



Faculdade de Educação

Instituto de Química

Instituto de Física

Instituto de Biociências

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências

CELESTE RODRIGUES FERREIRA

O uso de visualizações no Ensino de Química e de Física: a formação pedagógica dos professores

Tese apresentada à Faculdade de Educação (FEUSP), ao Instituto de Química (IQUSP), ao Instituto de Física (IFUSP), ao Instituto de Biociências (IBUSP) da Universidade de São Paulo e ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (IEUL), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Área de Concentração/Especialidade: Ensino de Química/Ensino de Ciências (USP) e Educação/Didática das Ciências (IEUL).

São Paulo

2013



Faculdade de Educação

Instituto de Química

Instituto de Física

Instituto de Biociências

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências

CELESTE RODRIGUES FERREIRA

O uso de visualizações no Ensino de Química e de Física: a formação pedagógica dos professores

Tese apresentada à Faculdade de Educação (FEUSP), ao Instituto de Química (IQUSP), ao Instituto de Física (IFUSP), ao Instituto de Biociências (IBUSP) da Universidade de São Paulo e ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (IEUL), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientadores: Professor Doutor Agnaldo Arroio (USP) e Professora Doutora Mónica Luísa Mendes Baptista (UL)

Área de Concentração/Especialidade: Ensino de Química/Ensino de Ciências (USP) e Educação/Didática das Ciências (IEUL).

São Paulo

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA **Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação** **do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Ferreira, Celeste Rodrigues

O uso de visualizações no ensino de química e de física: a formação pedagógica dos professores. – São Paulo, 2013.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio
Co-orientador: Profa. Dra. Mônica Baptista

Área de Concentração: Química

Unitermos: 1. Química (Estudo e ensino); 2. Física (Estudo e ensino); 3. Formação de professores; 4. Prática de ensino.

USP/IF/SBI-098/2013

SÃO PAULO

2013

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Agnaldo Arroio e à minha orientadora, Professora Doutora Mónica Baptista, pela disponibilidade e apoio que foram fundamentais para realizar e prosseguir este estudo. Agradeço, igualmente, todas as diligências que tomaram para contornar os obstáculos burocráticos que foram aparecendo ao longo do processo. Muito obrigado pela vossa contribuição para o meu crescimento como pesquisadora, desde os tempos de mestrado.

Um muito obrigado a todos os professores envolvidos nesta pesquisa que generosamente se disponibilizaram a participar neste projeto.

À Professora Doutora Carmen Fernandez e ao Professor Doutor Marco António Bueno Filho pelas contribuições apresentadas durante o exame de qualificação.

Às Professoras Doutoradas Ana Maria Freire e Sofia Freire pelo seu contributo na ação de formação desenvolvida em Portugal. Ao Professor Doutor João Pedro da Ponte pelo seu interesse e empenho na concretização deste projeto de dupla titulação Brasil-Portugal.

A todos os meus colegas de mestrado e doutorado, pela forma carinhosa como me receberam na USP, em especial à Claudia Ayres, ao Dirceu, à Solange Locatelli, ao Mauritz de Vries e tantos outros.

Às minhas amigas aqui em São Paulo, Cláudia, Paula, Gaby, Cristina e Fernanda por todo o apoio e companhia. Um agradecimento especial à Alexandra, amiga intercontinental, pelo seu apoio e carinho no Brasil, em Barcelona e em Portugal. À Marieta pela amizade e preciosas revisões do inglês. À Ana Paula, à Ana Contreiras e à Guida pela paciência e compreensão pela falta de tempo para conviver. Um beijo especial à Ana Andrade por tomar conta dos meus filhos e pelo carinho e amizade.

Aos meus pais que estão sempre presentes nos meus pensamentos. Aos meus irmãos por toda a ajuda, nomeadamente com os sobrinhos. Aos meus filhos Pedro e Mariana, por todo amor e carinho e pela paciência e compreensão em todas as horas que não estive com eles. Ao meu marido pelo apoio e paciência demonstrados.

À Capes pela bolsa concedida.

RESUMO

FERREIRA, C. R. O uso de visualizações no ensino de Química e de Física: a formação pedagógica dos professores. 2013. 546 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013

Com este estudo, procurou-se pesquisar o processo de integração de visualizações em sala de aula e conhecer o impacto de um curso de formação continuada, que visa discutir e promover o uso de visualizações no ensino de Química e Física, nas concepções de professores em serviço de Química no Brasil e Física e Química em Portugal. Pretendeu-se identificar as concepções prévias que estes professores apresentaram no início do curso sobre o uso de visualizações, e as possíveis mudanças que ocorreram após o envolvimento no curso. Procurou-se, igualmente, caracterizar as abordagens pedagógicas que os professores utilizaram e as dificuldades que estes encontraram durante o uso de visualizações no ensino de Química e Física. Neste trabalho foi usada uma metodologia que tem as suas raízes na investigação qualitativa com orientação interpretativa, tendo participado catorze professores de Química e Ciências Naturais do Ensino Fundamental e Médio de catorze escolas públicas pertencentes à região da Grande São Paulo e catorze professoras de Física e Química do Ensino Básico e Secundário de oito escolas públicas pertencentes à região da Grande Lisboa. Dado que este estudo foi aplicado em dois contextos a estratégia escolhida foi de estudo de dois casos, o caso do Brasil e o caso de Portugal. Usaram-se vários instrumentos de coleta de dados: observação naturalista, questionários, entrevistas e documentos escritos. Na análise de dados, utilizou-se o método do questionamento e comparação constantes até à saturação das categorias. Os resultados revelaram a existência de mudanças nas concepções acerca do uso de visualizações. No caso do Brasil, as mudanças foram mais acentuadas nos motivos para o uso das visualizações e nos critérios de seleção destes recursos. Neste grupo, após a formação os professores mostraram-se mais conscientes do impacto das visualizações na construção do conhecimento, para além, do papel motivacional. Da mesma forma, revelaram-se mais criteriosos na escolha destes recursos. No caso de Portugal, as mudanças centraram-se nos critérios de seleção e nas potencialidades destes recursos. Neste caso, os professores manifestaram critérios mais apertados para a seleção destes recursos, além de reconhecerem outras potencialidades, nomeadamente ao nível do desenvolvimento de competências. Em relação às abordagens utilizadas, em ambos os casos prevaleceram abordagens que procuravam desviar-se do ensino por transmissão de conhecimentos, tentando os professores incorporar estratégias nas suas sequências didáticas de base construtivista. No que diz respeito às dificuldades apresentadas pelos professores para integrarem estes recursos nas suas práticas, no caso do Brasil estas se situaram quer no plano técnico, quer no plano pedagógico. As dificuldades no plano técnico estão relacionadas com o uso de visualizações incorporadas em tecnologia (simulações, animações) e as dificuldades pedagógicas estão relacionadas com a insegurança quanto ao papel destes recursos na aprendizagem. No caso de Portugal, estas dificuldades, foram mais evidentes no plano pedagógico, nomeadamente no papel do professor em relação a estes recursos. Neste estudo apresentou-se e testou-se um modelo de formação continuada assente nos desafios teóricos e práticos que se colocam aos professores cujo impacto foi considerado positivo. Desta forma, foi possível colocar em evidência algumas concepções e dificuldades de professores para integrar visualizações em sala de aula e apresentar sugestões para caminhos de pesquisas futuras.

Palavras-chave: Concepções sobre o Uso de Visualizações, Formação de Professores, Integração de Visualizações na Sala de Aula, Trabalho Colaborativo, Reflexão sobre a Prática

ABSTRACT

FERREIRA, C. R. The use of visualizations in Chemistry and Physics teaching: teachers' pedagogical training. 2013.546 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013

With this study, we tried to find out the integration process of visualizations in the classroom and see the impact of a teacher training, to discuss and promote the use of visualizations in the Chemistry and Physics, on the conceptions of in service teachers in Brazil and in Portugal. One aimed to identify the preconceptions that these teachers presented early in the training, about the use of visualizations, and the possible changes that occurred after the involvement in the course. One tried also to characterize the pedagogical approaches that teachers used and the difficulties they encountered during the use of visualizations in the Chemistry and Physics teaching. In this study, we used a methodology that has its roots in qualitative research with interpretive guidance. In Brazil fourteen teachers of Chemistry and Natural Sciences of the Elementary and Secondary Education, distributed by fourteen schools belonging to the Greater São Paulo participated in this study. In Portugal had participated fourteen Physics and Chemistry teachers of Elementary and Secondary Education, distributed by eight public schools belong to the region of Lisbon. Since this study was applied in two contexts the strategy chosen was to two study cases, the case of Brazil and the case of Portugal. One used various instruments to collect data: naturalistic observation, questionnaires, interviews and written documents. In data analysis, we used the method of constant questioning and comparison to the saturation of the categories. The results revealed the existence of changes in conceptions about the use of visualizations. In Brazil's case the changes were more pronounced in the reasons for the use of visualizations and on the selection criteria of these resources. In this group, after training the teachers were more aware of the impact of visualizations in knowledge construction, in addition to the motivational role. Likewise, they proved to be more discriminating in the choice of these resources. In the case of Portugal, the changes focused on the selection criteria and the potential of these resources. In this case, the teachers showed tighter criteria for selection of these resources, and recognize other potentials, especially in terms of skills development. Regarding the approaches used in both cases prevailed the ones that deviated more from traditional teaching. Teachers tried to incorporate strategies into their teaching sequences based on constructivist views in order to involve students in their learning. Regarding the difficulties faced by teachers to integrate these resources into their practices, in the case of Brazil they stood either on the technical and pedagogical ones. The technical difficulties were related to the use of technology (simulations, animations) and the pedagogical difficulties were related to the uncertainty about the role of these resources in learning. In the case of Portugal, these difficulties were evident in the pedagogical level, including the role of the teacher in relation to these resources. This study presented and tested a model of teacher training based on the theoretical and practical challenges faced by teachers whose impact was considered positive. Thus, it was possible to put in evidence some teachers' conceptions and difficulties to integrate visualizations in the classroom and make suggestions for future research paths.

Keywords: Conceptions about Visualizations Use, Teacher Training, Integration of Visualizations in the Classroom, Collaborative Work, Reflection on Practice

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Contexto educacional onde se insere o problema	3
1.2 Razões para a escolha do campo de pesquisa	10
1.3 Organização global do estudo	12
2. AS VISUALIZAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS	15
2.1 As visualizações na Química	17
2.2 Os modelos nas ciências	19
2.3 Modelo mental	24
2.4 Capacidades de visualização e metavisualização	25
2.5 As visualizações na Física	30
2.6 Papel das visualizações na aprendizagem	32
2.7 Teorias da Psicologia Cognitiva	37
2.8 Características de diversas visualizações	40
3. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES	47
3.1 Estudos sobre concepções	47
3.2 Estudos sobre concepções dos professores acerca das visualizações	50
3.3 Estudos sobre mudanças de concepções	56
4. ABORDAGENS DE ENSINO	59
4.1 Teorias da Psicologia da Aprendizagem	60
4.2 Tipos de abordagem de ensino	67

4.3 Abordagens de ensino e a utilização das TIC	77
4.4 Estudos sobre abordagens com o uso de recursos visuais	80
5. FORMAÇÃO DE PROFESSORES: A FORMAÇÃO CONTINUADA	85
5.1 Formação continuada no Brasil	89
5.2 Formação continuada (contínua) em Portugal	95
5.3 Formação na área das TIC	102
5.4 Estudos sobre formação de professores para integrarem recursos visuais	103
6. METODOLOGIA	109
6.1 Fundamentação metodológica	109
6.2 Participantes	115
6.2.1 CASO DO BRASIL	116
6.2.2 CASO DE PORTUGAL	122
6.3 Plano de formação	128
6.3.1 CASO DO BRASIL	132
6.3.2 CASO DE PORTUGAL	141
6.4 Instrumentos de coleta de dados	151
6.5 Análise de dados	165
7. RESULTADOS	173
7.1 CASO DO BRASIL	173
7.1.1 Mudanças nas concepções dos professores acerca do uso de visualizações	173
7.1.2 Abordagens pedagógicas utilizadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula	195
7.1.3 Dificuldades manifestadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula	216

7.2 CASO DE PORTUGAL	221
7.2.1 Mudanças nas concepções dos professores acerca do uso de visualizações	222
7.2.2 Abordagens pedagógicas utilizadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula	241
7.2.3 Dificuldades manifestadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula	259
8. DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO ESTUDO	265
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	293
ANEXOS	
ANEXO A	319
ANEXO B	336
ANEXO C	359
ANEXO D	464
ANEXO E	501
ANEXO F	540

1. INTRODUÇÃO

O uso de visualizações na ciência e no ensino de ciências tem-se tornado relevante devido à sua utilização cada vez mais frequente tanto em sala aula, como na pesquisa científica, ao longo das últimas décadas. Parte da pesquisa científica actual envolve a construção de visualizações de fenômenos complexos ou submicroscópicos, tornando visíveis as ideias e possibilitando a comunicação com outros (LINN, 2003). Ainda de acordo com esta autora, também no ensino, as visualizações ocupam um papel importante. Tanto criando como usando visualizações, os alunos podem ter acesso a um conhecimento sobre “ciência” e sobre como “fazer ciência” que geralmente não é abordado na sala de aula. As visualizações permitem ilustrar uma ideia que palavras sozinhas não conseguiriam descrever, testar novas ideias, revelar pormenores subjacentes a fenômenos científicos e, por conseguinte, despoletar o aparecimento de novas explicações e a construção de novos conhecimentos. Estas visualizações constituem, por isso, a representação não-verbal do conhecimento e incluem fotografias, ilustrações, mapas, esquemas, gráficos, animações, simulações e vídeos (MORENO; MAYER, 2007).

O Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos da América descreve a aprendizagem de ciências como um processo ativo que implica a realização, pelos alunos, de atividades laboratoriais e de atividades mentais (NRC, 1996). Desta forma, as visualizações surgem como ferramentas essenciais para o envolvimento dos alunos nas atividades mentais. Mais concretamente, as visualizações são consideradas de especial importância em dois aspectos da aprendizagem de ciências: na aprendizagem de modelos consensuais ou históricos e no desenvolvimento, por parte dos alunos, de novos modelos (GILBERT, 2008). De fato, muitas das visualizações utilizadas pelos professores em sala de aula têm como objetivo a apresentação e discussão de diversos modelos que fazem parte do conhecimento científico que o aluno deve adquirir (DORI; BELCHER, 2007; LINN, 2003; NSF, 2001). É muito difícil folhear dez páginas de qualquer livro de ciências sem encontrar um bom número de modelos, cujo uso na educação tem sido atribuído à possibilidade destes auxiliarem a memória e permitirem um melhor entendimento e uma melhor ligação dos alunos às teorias mais abstractas das ciências (MATHEUS, 2007). Deste modo, os modelos surgem como uma das visualizações mais usadas pelos professores em sala de aula, quer na forma concreta ou na forma virtual (SAVEC; VRTACNIK; GILBERT, 2007b).

Atualmente com o desenvolvimento acelerado das tecnologias de informação e comunicação (TIC), o uso de visualizações diversifica-se, atinge um maior número de professores e aparece frequentemente associado ao uso de tecnologia (televisão, leitor de vídeo, computador, softwares, data show, etc.) (GILBERT; REINER; NAKHLEH, 2008; SAVEC; VRTACNIK; GILBERT, 2007). Em algumas salas de aula, os professores têm explorado novas estratégias de ensino, discutindo as ideias científicas e as suas implicações com a utilização de um variado leque de tecnologias, onde se enquadram o uso de algumas visualizações (WEBB, 2010). Desta forma, o uso destas ferramentas aparece neste estudo fortemente interligado com a questão dos modelos e o seu papel na ciência e no ensino e com o uso de TIC. Na Figura 1.1, apresentam-se os três tópicos que formam a base desta pesquisa que tem como “ingrediente” principal o uso geral de visualizações no processo de ensino-aprendizagem, com especial ênfase nos modelos e na utilização das TIC.

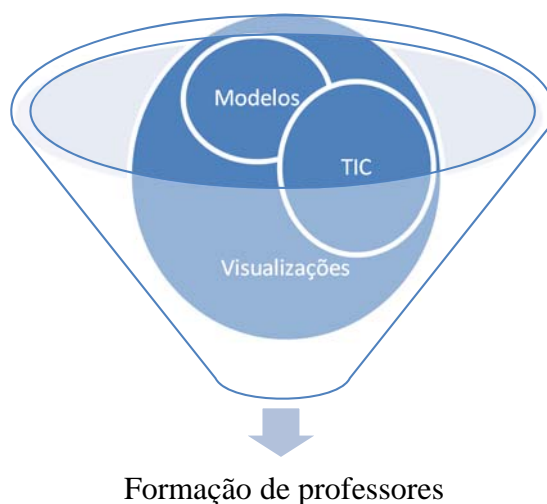


Figura 1.1 Enquadramento geral da pesquisa

As reformas curriculares de meados do século XX reflectem e incentivam várias mudanças, colocando aos professores múltiplos desafios na área do ensino das ciências. Um pouco por todo mundo buscam-se novas estratégias de ensino. Abandonar o ensino tradicional, assente na exposição/transmissão de conhecimentos, caminhando para um ensino apoiado na construção de conhecimentos, e introduzir outros recursos no ensino para além do livro, lousa (quadro) e giz têm sido discutidos fortemente em vários meios académicos. Estas reformas enfatizam, de uma forma geral, a aplicação de currículos CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) que emergiram a partir da necessidade de uma mudança

do ensino tradicional de ciência, para um ensino que se preocupasse não só com a formação acadêmica como também com um indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente. Sendo assim, os currículos de ciências valorizam uma visão crítica e a formação de cidadãos conscientes e ativos na sociedade, aptos à tomada de decisão frente a problemas do contexto social em que se encontram inseridos. Neste contexto, as TIC surgem como poderosas ferramentas capazes de suportar o ensino e a aprendizagem de forma inovadora. No entanto, a aplicação destes novos currículos pelos professores não tem sido fácil. Transpor as ideias referentes a esses movimentos para o contexto escolar implica novas referências de saberes e práticas (RICARDO, 2007), surgindo a necessidade de várias alterações ao nível da formação de professores, reorientando-a para outros saberes e outras estratégias metodológicas. Ensinar sempre envolveu vários tipos de conhecimento (conhecimento do conteúdo, curricular, pedagógico do conteúdo, dos alunos, do contexto escolar, etc.), habilidades e processos, porém a introdução de novos e sofisticados recursos impõe ao professor novas oportunidades e desafios (WEBB, 2010).

De acordo com Freire (1993), o sucesso da implementação das reformas curriculares depende da formação recebida pelos professores e do valor que estes atribuem à reforma. Sendo assim, torna-se necessário proporcionar aos professores situações de formação em que, no caso específico do uso de visualizações, associadas, ou não, ao uso de tecnologia, estes consigam perceber o papel destes recursos na aprendizagem. Os professores precisam não só acreditar que os benefícios destes recursos podem suportar a aprendizagem dos alunos, mas que eles próprios têm um papel importante no planejamento e gestão das aulas, de forma a que estes vão ao encontro das necessidades dos alunos, e que estes os percebam e os utilizem (WEBB, 2005). A autora relata que estas mudanças ocorrerão em projetos de desenvolvimento profissional onde os professores compreendam o potencial destes recursos, nomeadamente os associados à tecnologia.

1.1 Contexto educacional onde se insere o problema

Adotando uma perspectiva mais ampla ou, se quisermos, mais global, podemos caracterizar o contexto escolhido como o de qualquer professor que, neste virar de século, se vê confrontado com várias alterações curriculares, consequência das alterações sociais, económicas, políticas e culturais, assim como, alterações na ciência e tenta dar resposta a estas solicitações. No sentido mais restrito, podemos dividir este contexto mais geral em dois

contextos mais específicos que são o contexto do professor brasileiro da escola pública da área de São Paulo e o contexto português, da escola pública da área de Lisboa. Em ambos os casos, os seus desafios enquadram-se naqueles sentidos a nível internacional.

Estes dois contextos têm naturalmente vários aspectos em comum, assim como várias diferenças relacionadas com a evolução histórica, social, económica, política e cultural de dois países situados geograficamente em dois continentes distintos. No entanto, devido ao facto destes dois países partilharem um longo património histórico, a mesma língua e de ambos pertencerem à CPLP (Comunidade de Países de Língua Portuguesa), com vários acordos de cooperação, nomeadamente ao nível da educação, é perceptível a influência e a partilha de conhecimentos entre eles nas mais diversas áreas.

Na área da educação, estes dois países têm passado por grandes mudanças nas últimas duas décadas. Quer num contexto quer noutro, a sociedade e o governo, de uma forma geral, têm procurado dar resposta às novas necessidades do mundo, promovendo reorganizações curriculares com o objetivo de criar um ensino com uma abordagem mais construtivista, enfatizando o desenvolvimento de competências, do raciocínio, atitudes e comunicação e que integra a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (BRASIL, 2001)

Em relação ao Brasil, com a entrada em vigor, em 1996, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), este país tenta reorganizar o currículo escolar nos mais diversos níveis de ensino. Tendo por base este documento, este país tem promovido alterações profundas, onde se procura atender a uma reconhecida necessidade de atualização da educação brasileira, tanto para impulsionar uma democratização social e cultural mais efetiva pela ampliação da parcela da juventude brasileira que completa a educação básica, como para responder a desafios impostos por processos globais, que têm excluído da vida económica os trabalhadores não-qualificados, por conta da formação exigida pela sociedade. Desta forma, pretendeu-se deixar de transmitir conhecimentos disciplinares padronizados, na forma de informações e procedimentos estanques, para se promover competências gerais, que articulem conhecimentos, sejam estes disciplinares ou não (BRASIL, 2001). Dentro deste âmbito, se estabelecem que os currículos dos cursos de formação de professores devem ser adaptados ao novo perfil de competências exigidas a estes profissionais, criando-se, por exemplo, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (BRASIL, 2001a) um perfil de competências e habilidades que são esperadas de um professor de Química, quer ao nível do bacharelado, quer ao nível da licenciatura.

Da mesma forma em Portugal, o governo e a sociedade, desde 2001, com o Decreto-Lei nº6/2001 (PORTUGAL, 2001) vêm reformulando de forma significativa a estrutura Curricular do Ensino Básico (Fundamental) e, mais tarde, com o Decreto-Lei 272/2007 (PORTUGAL, 2007) estabelecem-se os princípios orientadores do Ensino Secundário (Médio). Mais recentemente, foi introduzida pelo Ministério da Educação, através do Decreto-Lei 139/2012 (PORTUGAL, 2012), uma revisão da estrutura curricular através de um conjunto de alterações destinadas a criar uma cultura de rigor e de excelência, através da implementação de medidas no currículo dos ensinos básico e secundário que assenta, essencialmente, na definição de princípios que permitem uma maior flexibilidade na organização das atividades letivas. Dentro destas medidas, destaca-se a obrigatoriedade dos alunos, a partir do 7º ano de escolaridade, frequentarem uma disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação que visa assegurar aos alunos mais jovens uma utilização segura e adequada dos recursos digitais, proporcionando condições para um acesso universal à informação. Contudo, o Ministério da Educação tem incentivado a utilização de recursos TIC a partir do ensino pré-escolar, nomeadamente através de parcerias com empresas informáticas (REIS et al., 2008). O processo de reforma do Ensino Superior em Portugal obedeceu a normas comunitárias, com a entrada em vigor da Declaração de Bolonha, em 1999. Esta declaração definiu um conjunto de etapas e de passos a dar pelos sistemas de ensino superior europeus no sentido de construir, no intervalo de uma década, um espaço europeu de ensino superior globalmente harmonizado. Estas reformas no ensino têm sido acompanhadas pela implementação de um Plano tecnológico que, desde 2005, visa promover o desenvolvimento e reforçar a competitividade do país em três eixos: Conhecimento (Qualificar os Portugueses para a sociedade do conhecimento), Tecnologia (Vencer o atraso Científico e Tecnológico) e Inovação (Imprimir um novo Impulso à Inovação). Estas medidas têm tido um impacto na Educação e Formação no sentido de facilitar o acesso dos alunos e professores às TIC, apetrechando as escolas com internet de banda larga, wireless e computadores.

Sendo assim, salvaguardando as diferenças específicas de cada país, podemos afirmar que em ambos os contextos encontramos professores que se debatem com alterações profundas nos currículos e que se espera que estes as implementem na sala de aula. No entanto, em ambos os contextos e a nível internacional surgem pesquisadores (AKMAL; MILLER, 2003; FREIRE, 2004; MALDANER; ZANON; AUTH, 2007) salientando que uma reforma curricular só terá sucesso se os professores forem parte interveniente no processo. Não adianta querermos impor determinado produto tecnológico, ou determinado produto de

um estudo de avaliação se os “receptores” não participarem, de alguma forma, de seu desenvolvimento. Os pesquisadores educacionais estão conscientes da necessidade de envolver o professor nestas reformas e de, simultaneamente, lhe possibilitar uma formação adequada no sentido de este as poder por em prática.

De fato, a pesquisa educacional (AKMAL; MILLER, 2003; FREIRE, 2004; WEE et al., 2007) tem relatado uma falta de adesão dos professores às alterações curriculares, assim como, uma resistência à introdução de metodologias mais inovadoras e ao uso de novos recursos. É bem conhecida a posição de muitos professores que consideram irrelevante para sua prática as pesquisas desenvolvidas nos meios acadêmicos, muitas vezes descontextualizadas da realidade (MALDANER, 2000). Para estes professores existe um fosso entre a teoria e sua prática (COSTA, MARQUES; KEMPA, 2000; JUUTI; LAVONEN, 2006) que constitui um obstáculo ao necessário reconhecimento da importância da mudança e dos propósitos desta. De acordo com Freire (2009), a mudança em educação depende daquilo que os professores pensarem dela, o que fizerem dela e da maneira como a conseguirem construir ativamente.

Em ambos os contextos, surgem estudos relatando (FREIRE, 2009; MALDANER, 2000) que, em muitos casos, estas novas reformas curriculares parecem não influenciar o modo como os professores ensinam e o modo como os alunos aprendem. De acordo com Maldaner (2000), os professores manifestam, em muitas ocasiões, as suas crenças nas mesmas bases epistemológicas a que foram sujeitos durante toda a sua formação escolar e, sem uma ruptura epistemológica, não será possível a aceitação de novas metodologias e a integração adequada de novos recursos.

Desta forma, pensa-se (analogamente ao que se passa em qualquer outra situação) que o conhecimento das concepções dos professores acerca do papel destes recursos na educação possa contribuir para introduzir alterações no modo de pensar e integrar estes recursos no processo de ensino-aprendizagem. Isto porque torna-se necessário relacionar o que aprendem com aquilo que conhecem e em que acreditam. Para que os professores alterem suas concepções, estes devem começar por mudar as suas práticas e reconhecer a influência dessa mudança no processo de ensino-aprendizagem (GUSKEY, 1986; 2002).

Com Schön (1991), abriu-se caminho para tornar o professor em um profissional mais reflexivo, que lhe permita uma aprendizagem e um maior desenvolvimento profissional,

desafiando suas próprias concepções e buscando novos sentidos para a sua ação enquanto professor. A implementação adequada de novos recursos em sala de aula requer uma formação pedagógica em que sejam discutidas as potencialidades destes recursos visuais, assim como, o seu impacto na aprendizagem e, dado que, atualmente, a maioria destes recursos está incorporada em tecnologia verifica-se a necessidade de formação ao nível técnico (operacional). Tendo em conta que os professores têm sido confrontados com a necessidade de conceber a ciência como um corpo de conhecimentos em constante evolução, uma prática social (OSBORNE; DILLON, 2010), torna-se imperativo, como consequência, introduzir novas práticas de ensino alinhadas e apoiadas nos novos recursos tecnológicos que por sua vez contribuíram para esta nova visão de ciência. De acordo com estes pressupostos, pretende-se possibilitar uma formação aos professores que lhes permita uma integração mais proveitosa dos recursos visuais em sala de aula, desenvolvida a partir de um trabalho colaborativo, e que promova uma reflexão sobre o papel do professor e destes recursos na aprendizagem.

Relativamente ao uso de visualizações, nomeadamente as embutidas em tecnologia e, ainda, mais especificamente sobre o uso de TIC na educação, encontramos uma extensa literatura (COX; PRESTON; COX, 1999a; HENNESSY et al., 2007; LINN; 2003; NEWTON; ROGERS, 2001; WEEB, 2005, 2010) que procura discutir o papel da tecnologia na educação em geral e, mais especificamente, no ensino de ciências e a correspondente formação de professores nesta área. De acordo com as pesquisas na área, existe a necessidade de a formação na área das TIC ir além do plano técnico e ser composta por uma componente pedagógica (KOELER; MISHRA, 2005; NEWTON; ROGERS, 2001, 2003) que permita a integração da tecnologia no ensino de forma a promover a aprendizagem dos alunos. No entanto, a maioria dos cursos de formação continuada tem focado as competências técnicas (ROGERS; TWIDLE, 2011). Desta forma, a formação de professores de ciências deve ser repensada e devem ser criados, na formação destes professores, momentos que propiciem o uso e a discussão das potencialidades destes recursos e conduzam à sua integração como meios de construção de conhecimento e não como meros meios motivacionais. Como referem vários autores, para os professores alterarem as suas concepções acerca dos recursos visuais, eles devem, em primeiro lugar, mudar suas práticas e reconhecerem a influência dessa mudança no processo de ensino-aprendizagem.

Neste quadro, as finalidades deste estudo centram-se em pesquisar o processo de integração de visualizações no ensino de ciências em um contexto de formação continuada em dois casos e o conhecimento do impacto da formação nas concepções dos professores acerca das visualizações. No caso do Brasil, analisaremos a integração destes recursos por um grupo de professores da rede pública da área de São Paulo e, no caso de Portugal, analisaremos a integração destes recursos por um grupo de professores da rede pública da área de Lisboa. De acordo com o referido, foram criadas as seguintes questões de pesquisa, que orientam este trabalho:

- Que mudanças ocorrem nas concepções dos professores envolvidos neste estudo acerca das visualizações?
- Que abordagens pedagógicas utilizam os professores envolvidos neste estudo para integrarem as visualizações em sala de aula?
- Que dificuldades manifestam os professores durante a concepção e implementação de atividades com recurso a visualizações?

Apresenta-se, em seguida, na Figura 1.2, um esquema organizador onde se podem observar as questões de estudo e os contextos em que o estudo decorre. Por um lado, temos o contexto ideográfico que contempla as concepções dos professores e, por outro lado, o contexto de formação de carácter pedagógico. Neste último, se dá ênfase à fundamentação teórica, ao trabalho colaborativo, à elaboração de atividades de ensino (sequência didática), à sua implementação e à reflexão sobre a experiência desenvolvida, tendo como base (se possível) os resultados obtidos/impacto na aprendizagem dos alunos.

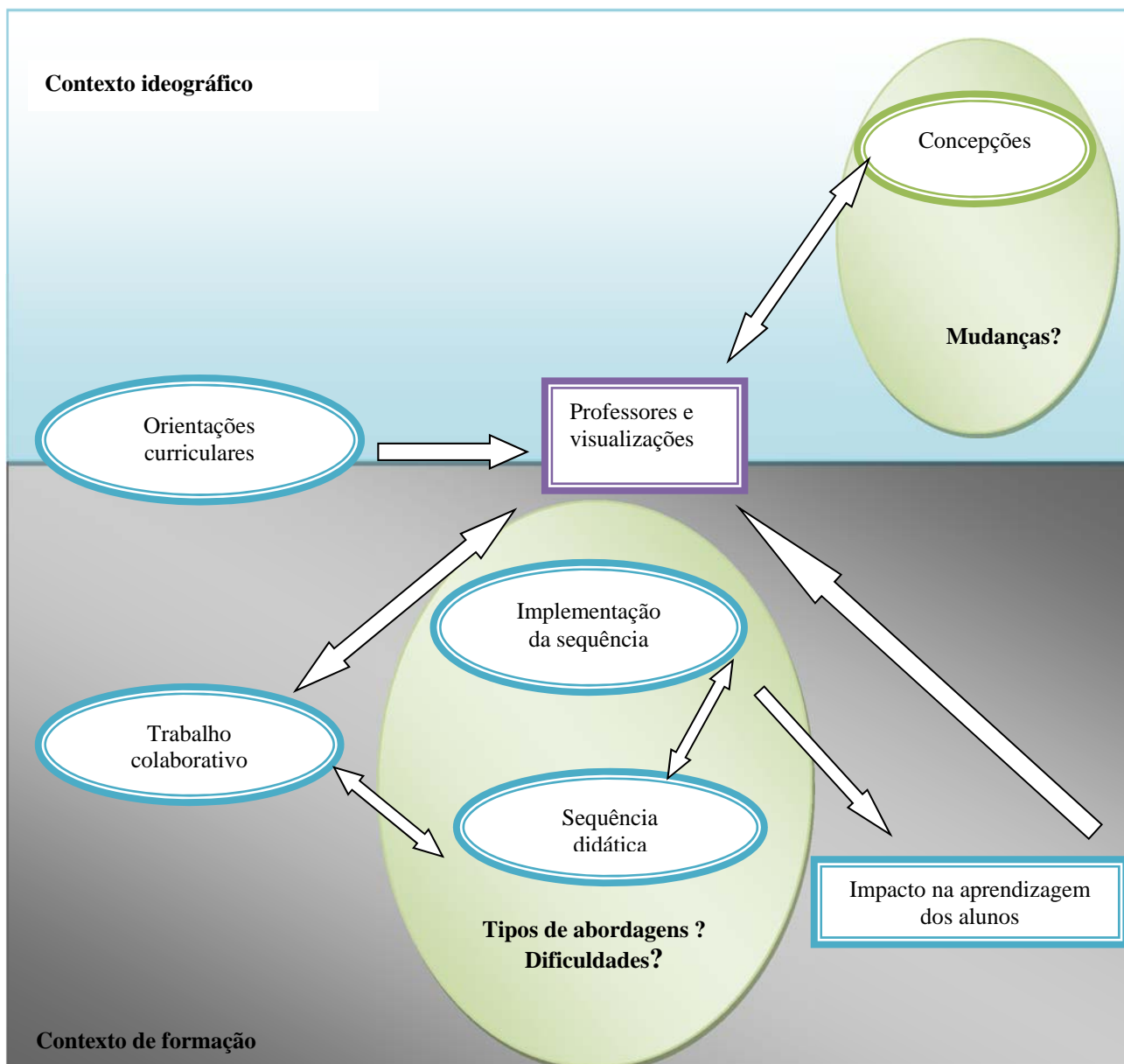


Figura 1.2 Contextos e questões relacionados com o problema de pesquisa.

No início da formação quer no Brasil, quer em Portugal foram recolhidas as concepções prévias dos professores. No decorrer da formação, os professores analisaram questões teóricas relacionadas com a importância da linguagem em geral na aprendizagem, e em especial, da linguagem visual na ciência. Debateram-se, com base nos contributos da teoria sociocultural e da psicologia cognitiva, o papel das visualizações e dos modelos na ciência e no ensino da ciência. Além disso, visionaram-se e analisaram-se vários tipos de ferramentas visuais com especial ênfase nos recursos multimídia. Após este momento, os professores foram convidados a elaborar em grupo uma sequência didática (TLS, *teaching and leaning sequence*) tendo em conta os aspectos anteriormente discutidos, para posterior

implementação em sala de aula. Na última etapa da formação, partilhou-se em grupo a sequência didática que os professores planejaram, as dificuldades e, nos casos em que foi possível, os resultados da sua aplicação em sala de aula (partilha de experiências). Os grupos de professores que aplicaram a sequência em sala de aula elaboraram um relatório com uma reflexão sobre o trabalho desenvolvido em termos de papel do professor, dos recursos e envolvimento dos alunos com os as ferramentas. Estas duas últimas etapas estão relacionadas com a segunda e terceira questão.

Num momento pós-formação, procuramos conhecer o impacto da formação nas concepções prévias destes professores acerca destes recursos, ou seja, se as concepções sofreram mudanças e qual a importância que atribuem a este tipo de formação com um caráter acentuadamente pedagógico.

1.2 Razões para a escolha do campo de pesquisa

A escolha deste estudo se prende a razões de caráter pessoal, institucional e teóricas. No ano letivo de 2007/2008, o governo português, através do Plano Tecnológico, tentava apetrechar as escolas públicas com tecnologia (computadores portáteis, Internet de banda larga wireless, plataforma moodle, lousas digitais, etc.) e basicamente colocou este material nas escolas para os professores usarem. O acesso a diversas ferramentas de visualização tornou-se muito fácil, as editoras ofereciam uma versão digital on-line dos livros adotados com vários recursos digitais extra, o quadro (lousa) de giz desapareceu das minhas aulas. Os alunos adoravam, mas eu comecei a sentir, por experiência própria, que não tinha a necessária preparação para lidar com este novo ambiente de ensino e que precisava de formação. O impacto na aprendizagem era notório, não só ao nível motivacional, mas também ao nível da aquisição de conceitos. No entanto, para alguns alunos instalava-se uma confusão entre as representações visuais e a realidade. Alguns afirmavam que os átomos de oxigênio eram vermelhos. Aquilo que era um modelo para mim, como professora, era a forma como alguns concebiam a realidade da partícula ou do fenómeno.

A minha vinda para o Brasil, por motivos profissionais do meu marido, tornou-se exatamente na oportunidade que eu desejava, uma paragem para me aprofundar e colmatar algumas lacunas na minha formação pedagógica, após cerca de treze anos de ensino médio em Portugal.

Quando fiz uma pesquisa sobre as possibilidades de mestrado em S. Paulo, o programa de Mestrado em Ensino de Ciências da USP pareceu-me exatamente aquilo que eu precisava, prestei provas e entrei. Verifiquei para surpresa minha que uma das linhas de pesquisa do curso de pós-graduação abrange exatamente esta temática e, mais uma vez, pensei: é isto que eu quero e preciso. Conversei com o Professor Doutor Agnaldo Arroio, ele aceitou-me como orientanda e, desde então (fev. /2009), tenho desenvolvido um trabalho nesta área, primeiro ao nível do mestrado e agora ao nível do doutorado. Durante o mestrado nas aulas de “Perspectivas Socioculturais Para Investigar a Dinâmica das Interações Em Sala de Aula de Ciências”, tive a oportunidade de tomar contacto com teorias que atribuem a estes recursos uma função bem mais complexa na aprendizagem do que aquela que eu supunha. A possibilidade de conceber estes recursos como meios mediacionais que modificam a forma como aprendemos, vinha suportar algumas das situações que eu própria tinha observado nas minhas aulas, mas para as quais não tinha qualquer embasamento teórico. Nas aulas de Química Computacional, pude perceber o quanto a tecnologia podia modificar não só a forma como podemos ensinar Química, mas, também, a Química que ensinamos. O fato, de durante o estágio do Programa de Aperfeiçoamento do Ensino (PAE), ter tido a possibilidade de estar em contacto com alunos do último ano da licenciatura em Química permitiu-me pesquisar suas concepções sobre estes recursos e elaborar uma Dissertação de mestrado sobre esta temática. Neste estudo, pude constatar a forma como futuros professores concebem estes recursos e o tipo de formação que tinham recebido durante seu curso para os utilizarem. As concepções revelaram-se muito incompletas, basicamente, estes futuros professores atribuíam a estes recursos um papel quase exclusivamente motivacional, lúdico e por vezes explicativo. Durante sua formação inicial, esta temática tinha sido muito pontualmente discutida nalgumas disciplinas, por isso, suas concepções assentavam na sua experiência como alunos, ou seja, na forma como seus professores utilizavam as visualizações. Esta experiência permitiu-me tomar consciência da importância da formação nesta área, tanto para professores em exercício, como eu, como para professores em formação inicial.

Após uma extensa pesquisa na literatura, verifiquei que a maior parte dos estudos sobre o uso de recursos visuais tem como ponto de vista o aluno. A maioria dos trabalhos tenta verificar qual o papel e impacto destes recursos na aprendizagem dos alunos. Poucos tentam perceber qual a relação entre o professor e estes recursos, nomeadamente, quais as suas concepções, abordagens pedagógicas, dificuldades e formação necessária. Dentro deste quadro, no doutorado, enveredei por um estudo agora com professores em serviço e tentei

construir um curso de formação discutindo conceitos e analisando diversos recursos, que foram importantes para mim para perceber o papel destes na aprendizagem, mas também tendo em conta os resultados do mestrado. Do ponto de vista teórico, interessa-me tentar contribuir para a formação nesta área, no sentido de pesquisar que tipo de conhecimentos são pertinentes para uma adequada integração destes recursos na sala de aula e que abordagens pedagógicas são possíveis, assim como, as principais dificuldades sentidas pelos professores durante a concepção e implementação de aulas apoiadas nestas ferramentas.

Dada a minha proximidade com o contexto português, optamos por uma coorientação com o Instituto de Educação da Universidade de Lisboa sob a supervisão da Professora Doutora Mónica Baptista da área de investigação do Currículo, da Didática e da Formação de Professores. Esta coorientação permitir-nos-á ampliar, não só a nossa amostra, como também diversificar o tipo de contexto histórico-social desta, procurando interseções e divergências nas concepções destes professores, assim como, formas de introdução destes recursos em sala de aula, tendo sempre por base uma perspectiva histórica e social. Desta forma, tentaremos trazer contribuições para o tipo de formação que devem ter os professores para utilizarem estes recursos na educação em ciências.

1.3 Organização global do estudo

O trabalho encontra-se dividido em oito capítulos. O primeiro capítulo diz respeito à introdução onde é descrito o contexto educacional onde se insere o problema de pesquisa, se formula o problema e onde se apresentam as questões de estudo. Neste capítulo, são ainda referidas as razões para a escolha do campo de pesquisa, assim como, se descreve a organização geral do estudo.

No segundo capítulo, é discutido o papel da visualização no ensino de ciências. São apresentadas as várias correntes teóricas que analisam o papel e o impacto destes recursos na aprendizagem. Procede-se à descrição de vários estudos empíricos relacionados com a importância das visualizações na aprendizagem dos alunos. Analisam-se as características das principais ferramentas de visualização utilizadas atualmente no ensino de ciências.

No terceiro capítulo, procede-se à explicitação do conceito de concepções e da importância destas nas práticas dos professores com ênfase no uso dos recursos visuais em sala de aula. São descritos vários trabalhos sobre este conceito e sobre possíveis mudanças nas concepções dos professores.

No quarto capítulo, são analisadas as diferentes abordagens de ensino que aparecem destacadas na literatura educacional (tradicional, ensino por descoberta, cognitivista e construtivistas), assim como, algumas teorias da psicologia da aprendizagem que em alguns casos fomentaram o aparecimento das referidas abordagens. Simultaneamente, discute-se o papel dos recursos TIC na aplicação e alteração destas abordagens por parte dos professores.

No quinto capítulo, é discutido o papel da formação continuada no desenvolvimento profissional dos professores. Apresenta-se separadamente, para cada país, o tipo de formação continuada que tem sido oferecida aos professores de ambos os casos e respectiva legislação. Discutem-se as problemáticas evidenciadas por pesquisadores dos dois países em relação à eficácia deste tipo de formação e sugerem-se novos modelos de formação que vão ao encontro das necessidades atuais dos professores.

O sexto capítulo é dedicado à descrição da metodologia escolhida para o estudo. Está dividido em secções, sendo que a primeira está destinada à fundamentação da metodologia escolhida, que tem suas raízes na pesquisa qualitativa, com orientação interpretativa. Na segunda secção, são caracterizados os professores participantes nesta formação. Na terceira secção, procede-se à descrição do curso de formação continuada aplicado em ambos os contextos, explicitando as alterações introduzidas devido às diferenças inerentes aos dois contextos. Aqui são descritos os objetivos, os conteúdos abordados, as atividades realizadas pelos professores e a avaliação da mesma. A seguir, são descritos os vários instrumentos de coleta de dados. Na última secção, é apresentado o processo analítico de análise dos dados.

No sétimo capítulo, na primeira secção, são apresentados os resultados organizados de acordo com as questões que orientam este estudo para cada um dos casos. Na segunda secção, analisam-se semelhanças e divergências encontradas em ambos os casos relativamente às questões de pesquisa

No oitavo capítulo, discutem-se os resultados, extraem-se as principais conclusões, apresentam-se considerações metodológicas, evidencia-se a relevância dos resultados obtidos, sugerem-se possíveis implicações do estudo e elabora-se uma reflexão final.

2. AS VISUALIZAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste trabalho, de acordo com Moreno e Mayer (2007), o *uso de visualizações*, é uma expressão que significa o uso de todo o tipo de representação não verbal com existência concreta ou virtual, em formato 1D, 2D ou 3D, ou seja, símbolos químicos, fórmulas químicas, representações estruturais, pictográficas, fotografias, imagens, modelos, simulações, animações e softwares interativos. Por isso, ao longo do trabalho, dada a diversidade de visualizações que temos ao nosso dispor, usaremos sem distinção alguns termos que se referem ao uso de visualizações, como por exemplo: recursos visuais, ferramentas visuais, representações visuais, etc. Com o desenvolvimento dos computadores e das TIC (Tecnologias de informação e comunicação), o uso de recursos visuais tem aumentado fortemente, tanto na ciência como na educação científica (FROST, 2005; GILBERT, 2007b; STIEFF; BATEMAN; UTTAL, 2007). O número e o tipo de visualizações disponíveis aumentaram e seu acesso se tornou muito mais fácil. Através da tecnologia, é possível combinar os modos verbal e não verbal e criar ambientes de aprendizagem multimídia ou multimodal (MORENO; MAYER, 2007). Estes ambientes de aprendizagem podem representar o conhecimento de diferentes modos (verbal e não verbal) e frequentemente usam duas modalidades: auditiva e visual, ou seja, através dos ouvidos e dos olhos (MORENO; MAYER, 2007).

No entanto, para além de representação externa (recurso visual), ou interna (modelo mental) outro significado aparece com frequência na literatura (GILBERT; REINER; NAKHLEH, 2008) para o termo “visualização”. Em muitos estudos “visualização” significa atribuir um significado, o ato de “visualizar”, ou seja, atuar mentalmente sobre uma representação visual (interna ou externa) e produzir um modelo mental, discutindo-se nestes trabalhos os processos cognitivos que estarão por trás da elaboração conceitual a partir da linguagem visual (REINER, 2008). Neste caso, o termo visualização está relacionado com habilidade espacial, permitindo aos indivíduos manipular e transformar mentalmente uma imagem (GOBERT, 2007). Para Gilbert (2007b) a visualização é central na aprendizagem, sobretudo das ciências, sendo esta considerada como uma capacidade metacognitiva. Neste sentido, o papel atribuído às visualizações externas será de uma importância maior do aquela que por vezes é atribuído pelo professor. Nesta perspectiva a visualização está em primeiro lugar relacionada com a formação de uma representação interna a partir de uma representação

externa, de tal forma que a natureza e relações espaciais/temporais entre as entidades de cada uma das representações é mantida (GILBERT, 2008). O processamento de uma informação visual é descrito na literatura como distinto do processamento da informação verbal (textual) (GOBERT, 2007). Segundo esta autora, um texto apresenta informação numa sequência linear, enquanto uma imagem apresenta toda a informação em simultâneo ao indivíduo. Desta forma, em termos cognitivos o processamento de informações provenientes destes dois tipos de fontes requer cuidados especiais e estratégias diversificadas por parte dos professores. Num texto, o processamento da informação é orientado pela estrutura do texto, numa imagem, o processamento da informação é guiado pelo indivíduo, que tem de estabelecer uma ordem sequencial de processamento dos elementos causais do recurso visual.

Segundo Gilbert (2008), a obtenção de uma visualização interna, num caso particular, pode ser mostrado pela produção ou expressão de uma representação externa para um determinado propósito. Uma representação interna deve ser capaz de produzir mentalmente previsões sobre o comportamento de um fenómeno em condições específicas. Da mesma forma, este autor argumenta que é inteiramente possível que, após serem visualizadas uma série de representações internas na mente do indivíduo, estas se recombinem para formar uma nova representação interna ou também chamado de modelo mental.

Parte da pesquisa científica actual envolve a criação de visualizações *externas* de fenómenos complexos ou submicroscópicos que permitem testar ideias e revelar aspectos desconhecidos destes fenómenos (LINN, 2003). Da mesma forma, permitem a comunicação com outros tornando as ideias visíveis. Kozma e Russell (2007b) argumentam que o uso expressivo de visualizações auxiliará os alunos a adquirir competências representacionais. Este pesquisador, à semelhança de Linn (2003) reconhece que existem evidências da importância das visualizações nas ciências e, por conseguinte, existe um papel correspondente no ensino de ciências. Muitas dos exemplos de visualizações que encontramos disponíveis são de Química. De acordo com Gilbert (2007b), não é surpresa que assim seja. O desenvolvimento destas ferramentas e o uso da tecnologia para produzir estes recursos começou na Química onde a visualização dos modelos é vital. No entanto, estas ferramentas são atualmente exploradas na Física, Biologia, Geografia, etc. Nos próximos pontos deste trabalho iremos abordar o uso de visualizações quer na Química, quer na Física, embora com especial ênfase na Química, onde pelas razões atrás apontadas, existe um vasto campo de pesquisa.

2.1 As visualizações na Química

A Química é uma ciência cujos objetos de conhecimento se situam em dois planos distintos, o plano do perceptível e observável, a dimensão macroscópica, e o plano do imperceptível ao olho humano, a dimensão submicroscópica (FERREIRA, 2010), esta tem-se tornado um campo ideal para o uso e desenvolvimento de ferramentas visuais. Quer numa dimensão quer na outra, o homem tem construído diversas ferramentas que lhe permitem elaborar significados nesta ciência. A busca incessante por correlacionar as variáveis, propriedades e comportamentos do sistema macroscópico com as variáveis, propriedades e comportamento do sistema submicroscópico tem sido alvo do trabalho dos químicos ao longo dos tempos.

Para Neto (2007) é no início do séc. XIX que começam a ocorrer grandes mudanças na Química. O “mergulho no interior do objeto químico” (NETO, 2007, p. 14) pelos franceses e alemães criou certas tensões metodológicas e epistemológicas no interior dessa nova Química. De acordo com este autor, duas questões fortes emergem: o que podemos dizer e escrever sobre o mundo interior da matéria? E, por consequência, quais serão as verdadeiras implicações da busca de teorias que evidenciem a realidade do mundo interior químico?

A linguagem verbal (escrita e oral) começou por ser a forma mais usual de representar, comunicar e resolver os primeiros problemas desta ciência, mas à medida que o conhecimento evoluiu, tornou-se necessário, ao homem, associar outros tipos de linguagem, novas formas de representar, com o objetivo de as tornar mais próximas da “realidade”. À medida que a teoria corpuscular da matéria se desenvolveu, a busca por novas formas de representar as partículas, os processos e os conceitos que povoam esta teoria também se desenvolveu. Esta dimensão representacional de substâncias, partículas, transformações, suas propriedades e comportamentos é constituída por símbolos, fórmulas, equações químicas, expressões algébricas, gráficos, números, palavras, gestos e imagens.

Na área da Educação (DRIVER et al., 1994;), com especial ênfase, em Química (ARDAC; AKAYGUN, 2004; GABEL, 1999; GILBERT, 2007b; JOHNSTONE, 1993; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003; SANTOS, GRECA, 2005) há muito se discute por que os alunos têm tanta dificuldade em aprender através dos currículos tradicionais, baseados na transmissão de conhecimentos através do professor e em que se tenta ensinar como as transformações químicas acontecem, esperando que os alunos por eles

próprios fossem capazes de compreender os conceitos e os processos que estão subjacentes a estas transformações, a partir muitas vezes de descrições verbais, pouco ou desadequadamente ilustradas.

Assim, assistimos desde os anos setenta à publicação de numerosos trabalhos nesta área (McGREW, 1972; ROBERTS; TRAYNHAM, 1976; CHAPMAN, 1978) que nos davam instruções para a construção e uso de *kits* de modelos concretos de moléculas. A sua utilidade foi rapidamente investigada e, assim, encontramos trabalhos (GOODSTEIN; HOWE, 1978; YAMANA, 1989) que referem que, em virtude de estes modelos concretos poderem ser fisicamente manipuláveis, eles eram eficazes no ensino de estruturas moleculares.

O aumento da capacidade de memória dos computadores pessoais permitiu, na década de noventa, o desenvolvimento de *softwares* simples que permitiam a construção de modelos virtuais 2d e 3d. Neste momento, vários *softwares* de visualização estão ao dispor dos professores. Um dos mais populares foi o *RasMol*, desenvolvido por Roger Sayle na Universidade de Edimburgo, Reino Unido, em meados dos anos noventa. Russell et al. (1997) desenvolveram o programa '4M:CHEM'[®], em que representações macroscópicas (fotos e vídeos), representações submicroscópicas (animações) e representações simbólicas são apresentadas sincronizadamente, numa tentativa de aumentar o ensino e a aprendizagem de conceitos químicos. Wu, Krajcik e Soloway (2001) apresentaram uma nova ferramenta de visualização o 'e-Chem'[®]. Este programa permite aos estudantes construírem modelos virtuais, observar simultaneamente múltiplas representações e avaliar a sua utilidade.

A Internet de banda larga permite hoje aos professores fazer o *download* deste tipo de programas (animações, simulações, softwares de modelagem interativos, etc.) de uma forma muito rápida e de qualquer parte do mundo. No entanto, muitas vezes, estes não têm a formação necessária nesta área para poderem escolher a melhor metodologia, quais as representações visuais mais adequadas para usar na sala de aula, porque, se o impacto na aprendizagem é maior, também o risco de introduzir concepções erradas aumenta, se a escolha não for adequada (BRIGGS; BODNER, 2007).

Salienta-se, igualmente, que há décadas que, vários autores (JOHNSTONE, 1993; GABEL, 1999; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH, 2001) têm discutido os *três níveis de representação* ou as *três dimensões da química*: o macroscópico, o submicroscópico e o simbólico. De uma forma geral, as representações macroscópicas referem-se a fenômenos

observáveis, como mudanças de cor da matéria, as representações submicroscópicas referem-se à natureza dos arranjos atômicos, movimentos de átomos, moléculas, íons, etc. A dimensão simbólica é o conjunto de representações simbólicas de átomos, moléculas, fórmulas de estrutura, equações, gráficos, etc. Estes autores mencionam que a transição e a conexão entre estes vários *níveis representacionais* tem sido, para os alunos, um grande obstáculo na aprendizagem de Química. Neste sentido, diversos estudos (FERK et al., 2003; TASKER, DALTON, 2006; WU, KRAJCIK; SOLOWAY, 2001) apresentam evidências de que o uso das visualizações ajuda os alunos a efetuarem melhor estas transições e a elaborarem significados nas várias dimensões da Química. Da mesma forma, surgem outros estudos (SEDDON; ENIAIYUJU, 1986; SEDDON; SHUBBER, 1985; TUKEY; SELVARATNAM, 1991), cujo enfoque se situa na necessidade de que na Química, muitas vezes, é necessário destacar a tridimensionalidade das estruturas e que o uso destes recursos visuais auxilia os alunos a terem uma visão tridimensional destas e a conseguirem efetuar determinadas operações mentais (rotação e reflexão mental, transição 2D para 3D e vice-versa).

Simultaneamente, aparecem vários estudos na área da psicologia cognitiva (BRIGGS; BODNER, 2007; COOK, 2006; GOBERT, 2007; SHNOTZ; KÜRSCHNER, 2007; RAPP, 2007; RAPP; KURBY, 2008; WU; SHAH, 2004) que têm discutido e incentivado o uso de diversas ferramentas visuais na área das ciências e em especial na Química. Esta área tem reforçado a importância do uso da visualização na aprendizagem de conceitos abstratos e tenta explicar que processos cognitivos estão presentes nestas aprendizagens fortemente apoiadas em visualizações. Da mesma forma, tem trazido, também, várias contribuições (WU; SHAH, 2004) para o *design* deste tipo de ferramentas de forma a melhorar a qualidade destes recursos, tornando-os mais alinhados com a cognição humana.

2.2 Os modelos nas ciências

É, também, na Química que a comunidade de pesquisa tem dado uma forte ênfase à noção de modelo e ao uso da modelagem quer na Química, quer no ensino de Química. De acordo com vários autores (FERREIRA; JUSTI, 2008; GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000; JUSTI; GILBERT, 2002), um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização, fundamentar a elaboração e teste de novas ideias, possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do

sistema modelado. São estes sistemas modelados que constituem muitas das visualizações que hoje são utilizadas na Química e na sala de aula de Química. Por este motivo, é imprescindível que os professores reconheçam a importância e o papel dos modelos e da modelagem no ensino de Química, de modo a incorporá-los adequadamente nas suas práticas.

Nas ciências a importância de modelos é amplamente reconhecida entre os cientistas e filósofos da ciência (veja, por exemplo, MAGNANI; NERSESSIAN; THAGARD, 1999; MORGAN; MORRISON, 1999). Todos eles admitem que é através do processo dinâmico de elaboração e reformulação de modelos que o conhecimento científico é desenvolvido, apresentado e validado pela comunidade de cientistas.

Nesta perspectiva, modelos e os processos de criação e teste de modelos desempenham um papel central e fundamental no ensino de Ciências (DUIT; TREAGUST, 2003). Isso porque, para aprender ciências, os alunos devem conhecer e entender os principais modelos científicos relativos aos tópicos que estão estudando, assim como a abrangência e suas limitações; ao aprender, os alunos devem desenvolver uma visão adequada sobre a natureza de modelos e serem capazes de avaliar o papel de modelos científicos específicos no desenvolvimento do conhecimento científico. No caso da Química, como já foi referido, a compreensão das estruturas e dos processos (situados no nível submicroscópico) é essencial, tornando-se, por isso, um campo ideal para o uso e desenvolvimento de representações e analogias deste mundo inacessível aos nossos olhos.

Segundo Gilbert (2007b), os modelos podem alcançar uma larga diversidade de “status” epistemológico, desde:

- Os modelos mentais (representação privada e pessoal formada por uma pessoa, individualmente ou em grupo);
- Modelos expressos (versão do modelo mental colocada no domínio público para, por exemplo, facilitar a comunicação);
- Modelos consensuais (modelo acordado por um pequeno grupo social, para um determinado fim, por exemplo, sala de aula);
- Modelos científicos (modelo produzido, aceito e validado por um grupo social de cientistas de uma determinada área, por exemplo, o modelo de DNA de Watson-Crick);

- Modelos históricos (modelo científico substituído, embora ainda seja usado para determinados propósitos, por ex. o modelo atômico de Bohr);
- Modelos curriculares (versões simplificadas de modelos históricos ou científicos para uso escolar);
- Modelos escolares (modelos criados para dar suporte aos modelos curriculares, por ex. o sistema solar como analogia para o modelo atômico).

Neste ponto, salientamos a importância de o professor não introduzir estes modelos (visualizações) como cópias da realidade, mas como analogias baseadas numa teoria. Para que isto aconteça, o professor de Química deve ter uma formação continuada e, se possível inicial, sólida nesta temática (JUSTI, GILBERT, 2002). Segundo os resultados de outro estudo conduzido por estes autores (JUSTI, GILBERT, 2003), por vezes, os professores apresentam uma noção pouco satisfatória de modelo, nomeadamente na questão da natureza. Além disso, os professores participantes manifestaram visões incoerentes (representação e reprodução de algo) acerca deste aspecto. Nos outros aspectos (papel dos modelos, entidades, existência única, estabilidade, predição e validade), os autores encontraram perfis de compreensão complexos e múltiplos, enfatizando que professores com graduação ao nível da educação primária e Biologia apresentaram uma tendência mais significativa para apresentar os modelos como cópias da realidade que devem ser usados como padrões.

Para estes autores, um professor terá uma perspectiva aceitável da noção de modelo, se em cada um dos aspectos atrás mencionados se verificar uma aproximação à visão da ciência. Neste estudo, somente os professores de química conseguiram demonstrar uma noção de modelo mais consistente com a visão científica. Neste estudo sugere-se que estas diferenças parecem provir da forma como os modelos são discutidos nas disciplinas da graduação (Biologia, Química ou Física), sendo parte da sua compreensão acerca da natureza da ciência (JUSTI, GILBERT, 2003).

No que diz respeito aos restantes aspectos da noção de modelo, identidades, tipo de existência, estabilidade, predição e validade, estes autores encontram visões diversas. No aspecto entidades, encontram alguma fragilidade uma vez que seria de esperar que todos os professores incluíssem todas as entidades, o que não se verificou. Neste trabalho a maioria dos professores referenciou objetos, acompanhado de perto de eventos, processos e ideias.

Neste caso os autores consideram os resultados previsíveis, uma vez que muitos modelos representam objetos.

No aspecto tipo de existência, estes autores encontraram uma posição majoritária em “um modelo de entre os possíveis para um fenômeno em particular”, existindo poucas referências a evoluções históricas da ciência, que os autores justificam com a ausência destas discussões na formação inicial. Em relação à estabilidade a maioria dos participantes neste estudo (JUSTI, GILBERT, 2003) manifestou que um modelo deve ser alterado quando surgirem problemas com a sua natureza, com o seu uso, ou com a sua função explicativa, o que está relacionado com as posições anteriores e é cientificamente aceitável. A maioria destes participantes reconheceu a função preditiva dos modelos e, em relação à validade, a maioria das posições revelou que esta é atribuída pela pessoa que o elaborou, o que neste caso, se afasta consideravelmente das posições científicas aceites.

Outros estudos nesta área (GROSSLIGHT et al. 2001; van DRIEL; VERLOOP, 1999) apresentaram resultados que sugerem alguns problemas nesta temática. Grosslight et al. (2001), entrevistaram 55 alunos de dois níveis de ensino e quatro especialistas na área, acerca suas concepções sobre modelos e seu uso na ciência. Estes autores perceberam que os alunos de ambos os grupos têm concepções de modelos que estão, basicamente, de acordo com uma epistemologia realista ingênua, ou seja, propensos a pensar em modelos como cópias físicas de realidade que incorporam diferentes perspectivas espaço-temporais do que como representações construídas que podem incorporar diferentes perspectivas teóricas. Todavia, quando as ideias dos alunos se tornam mais sofisticados, eles sugerem que os modelos são construídos para fins particulares, especialmente para ajudar a comunicação. Estes resultados apesar de se reportarem a alunos podem ser encontrados em professores (JUSTI; GILBERT, 2003).

Em relação aos especialistas, estes apresentaram visões mais coerentes com um quadro construtivista, fazendo uma distinção entre modelos abstratos e físicos especificando formas em que os modelos são usados para a construção e teste de ideias. De acordo com estes resultados, Grosslight et al. (2001) sugerem que os alunos precisam de mais experiência no uso de modelos como ferramentas intelectuais, mais experiência com modelos que oferecem visões contrastantes conceituais de fenômenos e mais discussões sobre o papel dos modelos ao serviço de investigação científica.

van Driel e Verloop (1999) encontraram no seu estudo professores (n=15) que, em geral, demonstravam a noção que um modelo é uma representação esquemática da realidade. No entanto, noutros aspectos, estes autores, encontraram uma grande divergência de opiniões, umas baseadas em visões positivistas da ciência, outras em visões construtivistas. Da mesma forma, neste estudo os professores apresentaram várias funções para os modelos que vão desde o papel descritivo a explicativo, mas raramente preditivo.

A discussão acerca da natureza e papel dos modelos, também, se destaca recentemente na área da psicologia cognitiva. De fato, pesquisadores desta área da (BRIGGS; BODNER, 2007; RAPP; KURBY, 2008; UTTAL; O'DOHERTY, 2008) têm apresentado estudos em que se discute o forte impacto destes recursos na aprendizagem, a sua ligação aos modelos mentais e formas de introduzir estes recursos na sala de aula.

No trabalho de Rapp e Kurby (2008), procura-se estabelecer uma conexão entre representações internas e externas e relacionar estes estudos com situações educacionais. Como planejar experiências de visualização efetivas que auxiliem os alunos a internalizar essas visualizações e a atingirem a aprendizagem? Para estes autores, a solução pode ser:

Por desenhar 'visualizações' de uma forma que se alinhem com a natureza da memória, será possível ajudar mais eficazmente os alunos a compreenderem estes conceitos desafiadores. Em adição ao tentar encontrar novas formas para os alunos aprenderem conceitos complexos, as 'visualizações' auxiliarão os alunos a lidarem com resoluções de problemas não familiares, mas potencialmente relacionados. (RAPP; KURBY, 2008, p. 48).

Mas é, também, desta área que surgem os primeiros alertas sobre o forte impacto destes recursos na aprendizagem e na possibilidade de estes puderem introduzir concepções errôneas (BRIGGS; BODNER, 2007; UTTAL; O'DOHERTY, 2008). Segundo Briggs e Bodner (2007):

Visualizações impróprias podem causar representações distorcidas e levar a resultados incorretos. Esta é uma importante lição para os professores. Nós devemos ser muito cuidadosos com a forma e a precisão como apoiamos os nossos alunos quando estes constroem os seus modelos mentais num domínio de conceitos. Um modelo mental distorcido pode ter um impacto no raciocínio muito para além do que alguém pode imaginar. (BRIGGS; BODNER, 2007, p.70).

Como se pode observar nesta citação de Briggs e Bodner (2007), uma das ideias chave da psicologia cognitiva é que o uso de visualizações (representações visuais externas) levará os alunos a construírem modelos mentais imprescindíveis no processo de aprendizagem.

Esta é uma questão polêmica que começa na definição polissêmica de “modelo mental” que desenvolveremos nos parágrafos seguintes deste trabalho. No entanto, de uma forma geral, vários autores (GILBERT, 2007b; GRECCA, 2007; RAPP, 2007; REINER, 2008) sugerem que, sem a construção de representações mentais a aprendizagem conceitual se torna muito difícil.

2.3 Modelo mental

Uma definição minimalista de conhecimento poderia ser dada da seguinte forma: conhecer é ter uma representação de algo. Avançando um pouco nesta definição, poder-se-á dizer que é também poder manipular essa representação, com o objectivo de obter informação. Torna-se, portanto, necessário aprofundar a noção de representação. Os psicólogos da cognição defendem dois grandes tipos de representação: as representações proposicionais e as imagéticas (STERNBERG, 1996). Segundo estes, as representações proposicionais constituem uma grande parte das representações dos seres humanos, e dos conhecimentos que através delas se obtêm. As representações imagéticas são caracterizadas através de uma relação analógica com a percepção. A questão imagens/proposições é polêmica na Psicologia Cognitiva, existindo defensores de ambas posições (MORTIMER; SMOLKA, 2001). Todavia, Johnson-Laird (1983) apresenta-nos uma terceira opção, ou seja, uma terceira construção mental, o modelo mental, sugerindo que as pessoas raciocinam através deste. Na sua teoria aparecem três tipos de representações mentais:

- a) representações proposicionais, que são cadeias de símbolos (representações de significados totalmente abstraídas) relacionados por uma determinada sintaxe, verbalmente expressáveis;
- b) modelos mentais, que são análogos estruturais de objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo - e aí nos vêm imagens - e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objecto ou evento;
- c) imagens, que são representações bastante específicas que retêm muitos aspectos perceptivos de determinados objetos ou situações vistas de um ângulo particular.

Desta forma, na situação ‘o quadro está na parede’, podemos representá-lo mentalmente por uma preposição (dado que é expressável verbalmente), por um modelo

mental (um qualquer quadro em qualquer parede), ou como uma imagem (um quadro específico numa determinada parede) (MORTIMER; SMOLKA, 2001).

Pela sua natureza, um modelo mental é inacessível aos outros e, por isso, na literatura, embora o seu uso seja generalizado, não há uma definição geral ou única do que possa ser entendido por modelo mental e as que encontramos são, por vezes, vagas e apresentam uma diversidade de sentidos. Além da visão de Johnson-Laird (1983), deixamos outras visões que nos ajudam a ter uma noção da complexidade do tema.

Rapp (2007) discute a construção de modelos mentais relacionada diretamente ao uso (e potencial) de visualizações como uma metodologia educacional. Este autor apresenta os modelos mentais como representações abstratas que armazenam características, físicas, espaciais e conceptuais de experiências usadas para recuperar informação na resolução de problemas, gerar inferências e decisões. De acordo com Greca (2007, p. 394), podemos afirmar que:

[...] um modelo mental é uma representação interna que atua como um análogo estrutural de situações ou processos. Sua função é a de dar conta do raciocínio dos indivíduos tanto quando tentam compreender o discurso como quando procuram explicar ou prever o comportamento do mundo físico.

Ainda segundo esta pesquisadora, podemos entendê-los como “simuladores”, ou seja, dada uma situação, o sujeito cria na sua mente uma simulação da situação em si (o modelo mental), faz “rodar” essa simulação e obtém as respostas sobre o que estaria acontecendo numa situação real ou imaginária. Estas estruturas cognitivas existirão na memória de trabalho e caracterizam-se por serem estruturas dinâmicas, incompletas, constantemente atualizadas ou modificadas. No entanto, a autora refere que, também, aqui não existe consenso, para Johnson-Laird (1983) estas estruturas estarão na memória de trabalho, mas para Gentner e Gentner (1983), os modelos mentais como representações internas do conhecimento estariam na memória de longo prazo.

2.4 Capacidades de visualização e metavisualização

Ainda na Química, encontramos estudos (GILBERT, 2007b; JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009) que discutem a necessidade de desenvolver nos alunos capacidades metavisuais ou de metavisualização “ser fluente em visualização” (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009, p. 285). Para estes autores a capacidade de um aluno poder adquirir,

monitorar, integrar, estender conhecimento através de representações visuais externas e internas, chama-se metavisualização. Ser metavisual envolve a demonstração de cinco capacidades (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009):

1. Conhecimento das convenções associadas a cada representação para todos os modos de representação (verbal, visual, matemático, gestual, etc.), do seu alcance e das suas limitações;
2. Mentalmente conseguir transitar entre modos de representação e entre níveis de representação em que um dado modelo pode ser apresentado;
3. Conseguir construir uma representação num modo apropriado para um determinado propósito;
4. Conseguir utilizar uma visualização para prever o comportamento de algo numa determinada situação;
5. Conseguir resolver novos problemas construindo analogias com visualizações já usadas (por exemplo, usar o modelo do sistema solar como analogia ao modelo de Bohr).

Em relação ao ponto dois, outros autores (BARNEA, 2000, FERK et al., 2003) discutem a necessidade de desenvolver nos alunos capacidades ou habilidades de visualização. Para Barnea (2000), os professores devem certificar-se de que os alunos possuem as seguintes capacidades ou habilidades de visualização:

- a) visualização espacial;
- b) orientação espacial;
- c) relações espaciais, que lhes permitam decodificarem corretamente o conjunto de informações contidas nas visualizações.

Segundo este autor, a visualização espacial será a capacidade de entender objetos 3D a partir de representações 2D e vice-versa; a orientação espacial relaciona-se com a capacidade de imaginar como será a representação 3D de um objeto que sofreu uma rotação; e as relações espaciais serão a capacidade de imaginar os efeitos das operações de reflexão e de inversão sobre a representação de um objeto.

A opinião dos pesquisadores acerca do desenvolvimento destas habilidades espaciais não é muito consensual (FERK et al., 2003). Segundo este estudo, existem pesquisadores que

sugerem que estas habilidades não podem ser ensinadas nem desenvolvidas, serão capacidades inatas. No entanto, para outros autores (GILBERT, 2007b; TUCKEY; SELVARATNAM, 1993) estas habilidades podem ser desenvolvidas com aulas cuidadosamente planejadas recorrendo a modelos, estereodigramas, etc. Em relação ao desenvolvimento destas capacidades de visualização, especificamente, na área da Química, Tuckey e Selvaratnam (1993) identificaram três abordagens, usando respectivamente:

- Estereodigramas, que consistem num par de desenhos ou fotos, um deles mostrando aquilo que iria aparecer no olho direito, e outro que iria aparecer no olho esquerdo. Ao juntar estas duas fotos ou desenhos num aparelho específico, cria-se a ilusão de uma imagem 3D;
- Ensinar dicas, todos os diagramas contêm dicas (pistas) específicas para, por exemplo, indicar a distorção dos ângulos de ligação, mostrar a sobreposição de entidades, etc.;
- Ensinar sistematicamente a rotação e a reflexão através do uso de uma série de diagramas.

Ainda, noutro trabalho, Gilbert (2007b) destaca que o desenvolvimento destas capacidades passaria por alterações nos currículos escolares de modo a introduzir disciplinas/atividades específicas para desenvolver estas capacidades desde a infância, a uma boa prática geral no uso de representações quer por professores, quer por autores de livros. Para Hearnshaw (1994 apud GILBERT, 2007b), estas boas práticas envolveriam:

- 1) Começar qualquer sequência de representações com a forma geométrica mais simples possível;
- 2) Usar a maior amplitude possível de modos de representação, introduzindo-os deliberadamente, sistematicamente e com persistência, levando os alunos a relacionarem o seu conhecimento aos códigos de representação;
- 3) Maximizar a importância das formas, topos, sombras e modelos presentes em qualquer representação. Isto levará os alunos a distinguir a estrutura da representação;
- 4) Usar vários graus de iluminação para diferentes secções da representação. Isto deve ajudar os alunos a perceberem melhor os contrastes;
- 5) Fazer uso de efeitos da cor, brilho e usar vermelhos, azuis e verdes. Mais uma vez pretende-se maximizar contrastes.

Em relação à terceira capacidade referida por Justi, Gilbert e Ferreira (2009) - Conseguir construir uma representação num modo apropriado para um determinado propósito – outro autor discute este assunto de uma forma detalhada. Em Kozma e Russell (2007a), é nos apresentado um estudo sobre a necessidade de desenvolvermos uma série de competências representacionais nos nossos alunos. Este termo está relacionado com um conjunto de capacidades e práticas que são necessárias para uma pessoa construir e usar uma variedade de representações ou visualizações externas, para pensar, comunicar-se com os seus pares, etc. Estes autores admitem que a aquisição destas competências segue uma trajetória de desenvolvimento, não em sintonia com a progressão Piagetiana, mas de acordo com as noções socioculturais para o desenvolvimento de Vygotsky, em que as interações com os recursos materiais e sociais do ambiente levarão ao desenvolvimento pessoal. Estes autores apresentam cinco níveis de competência representacional que descreveremos muito sumariamente:

- Nível 1: Representação como descrição (o indivíduo produz representações baseadas apenas nas características físicas);
- Nível 2: Primeiras habilidades simbólicas (o indivíduo produz representações baseadas nas características físicas, mas já introduz alguns elementos simbólicos, como por ex. setas);
- Nível 3: Uso sintático de representações formais (o indivíduo produz representações baseadas quer nas características físicas observáveis, quer em não observáveis, entidades ou processos subjacentes);
- Nível 4: Uso semântico de representações formais (o indivíduo produz representações usando sistema formal de símbolos representando quer as características físicas observáveis, quer as não observáveis, entidades ou processos subjacentes);
- Nível 5: Uso refletido e retórico de representações (o indivíduo produz uma ou mais representações para explicar as relações entre as características físicas e as entidades ou processos subjacentes).

Para Kozma e Russell (2007a), a modelagem molecular, as simulações e as animações são ferramentas que podem dar suporte aos objetivos tradicionais da aprendizagem conceitual em Química e aos novos objetivos relacionados com práticas investigativas sobre “tornar os estudantes químicos”.

Ainda, na área da educação, encontramos referências (FERK et al., 2003) que apontam para a necessidade de desenvolver a *literacia visual*, a “quinta literacia”, complementando a literacia básica, a literacia digital, a literacia tecnológica e a literacia de informação (ROBLER; BENNETT, 2001). Segundo Christopherson (1997), uma pessoa literada visualmente tem as seguintes competências:

- Interpretar, compreender e apreciar o significado das mensagens visuais;
- Comunicar mais eficazmente através da aplicação dos princípios e conceitos básicos do *design* visual;
- Produzir mensagens visuais usando o computador e outras tecnologias;
- Usar o pensamento visual para encontrar soluções para os problemas.

O uso de visualizações no ensino de Química promoverá o desenvolvimento desta “quinta literacia”. Apesar de algumas evidências empíricas de que o uso de visualizações no ensino de Química contribuirá para um desenvolvimento conceitual em Química que dificilmente seria atingido sem o uso destes recursos, ainda são poucos os estudos nesta área. Kozma e Russell (2007b), por exemplo, apresentam um estudo usando cinco projetos multimídia de visualização com diferentes abordagens onde apresentam uma reflexão sobre o uso destes recursos. Eles concluíram que os cinco projetos aumentaram a aprendizagem de conceitos químicos e o desenvolvimento de habilidades científicas de investigação. No entanto, os autores deixam algumas recomendações para o uso de atividades instrucionais (educacionais) baseadas em visualização, das quais destacamos:

- Não há estudos cuidadosamente planejados que nos possam dizer quando é melhor usar animações ou imagens estáticas, ou se os modelos moleculares dinâmicos são melhores que os modelos de bola e bastão;
- Não há dados acerca da precisão como estes meios devem ser usados em conjunto e quando é melhor fazer isso;
- Nesta fase, todos os aspectos práticos são deixados ao julgamento dos professores e dos *designers* educacionais.

Estes estudos têm causado impacto na comunidade de ensino de Química, onde a necessidade e a proliferação de ferramentas visuais associadas ao uso de tecnologias é muito

elevada, como já referido. Professores e educadores, nos seus respectivos contextos, estabelecem uma série de objetivos de aprendizagem para os seus alunos, que podem ou não ser atingidos por estes. Numa tentativa de serem bem sucedidos, estes professores e educadores recorrem então, cada vez mais, ao uso de ferramentas de visualização.

2.5 As visualizações na Física

Não é só na aprendizagem em Química que o uso da linguagem visual tem sido discutido. O uso de recursos visuais na aprendizagem em Física, Biologia e na Geologia, por exemplo, tem ganhado destaque na literatura educacional. Devido ao âmbito deste trabalho abordaremos aqui a importância destes recursos na aprendizagem em Física.

Botzer e Reiner (2007) discutem o uso da imagística (capacidade de imaginar, criar imagens mentais) na história da Física, os aspectos cognitivos da imagística e a pesquisa educacional no uso de representações pictóricas na aprendizagem em Física. Começando pelo primeiro ponto deste estudo, é apresentado o desenvolvimento dos modos de imagística ao longo da história da Física. De acordo com Miller (1987; 2000 apud BOTZER; REINER, 2007), estes autores mencionam que existiu uma evolução na forma como as imagens mentais foram construídas ao longo dos tempos e classifica as representações mentais obtidas em três modos: representações baseadas nos sentidos, referindo-se a qualquer imagem mental derivada de uma experiência sensorial; representações puramente imaginárias, que dizem respeito a qualquer representação mental de algo que os nossos sentidos não alcançam e, por fim, representações baseadas no formalismo, ou seja, toda a imagem mental baseada em formalismos matemáticos ou regras formais. Para Botzer e Reiner (2007) e, de acordo com Miller (1987; 2000), as imagens mentais de Galileu, Newton e Einstein foram elaboradas a partir de experiências sensoriais. No entanto, a descoberta do elétron deve-se a um exercício de pura imaginação, dado que ninguém viu um elétron, ou mesmo um átomo. Sendo assim, verificou-se uma mudança na forma como construímos imagens mentais. Em 1925, Heisenberg apresentava o princípio da incerteza a partir das equações matemáticas da mecânica quântica estabelecendo-se assim uma nova forma de elaborar imagens mentais baseadas em modelos matemáticos.

Em relação ao segundo ponto deste estudo (BOTZER; REINER, 2007) relacionado com a eficácia da utilização de processos não verbais de imagística na aprendizagem geral e na Física, estes autores defendem que na Física esta será importante. É, igualmente, sugerido,

neste estudo, que a imagística facilita o desempenho numa variedade de tarefas visuais, tarefas de memória e na resolução de problemas que necessitem de alguma abstração.

Por último, neste estudo é discutido o papel das representações visuais na aprendizagem em Física, estes autores sugerem que o uso destes recursos pode “facilitar um entendimento qualitativo dos fenômenos físicos” (BOTZER; REINER, 2007, p. 166). Botzer e Reiner (2007) propõem que se deve fazer uma introdução gradual de representações concretas passando-se para representações microscópicas e posteriormente para formais, isto permitirá aos alunos elaborarem estratégias de visualização (interpretação das representações externas) o que é compatível com o desenvolvimento destas na história da Física. A partir de problemas do tipo prever-observar-explicar, os alunos terão oportunidade de elaborar os seus modelos mentais de acordo com os modelos científicos aceites. Da mesma forma, as representações visuais externas construídas pelos alunos podem servir como uma “janela” (BOTZER; REINER, 2007, p. 167) para os modelos mentais dos alunos e serem usadas pelos professores como uma ferramenta de avaliação e comunicação.

Dentro do mesmo âmbito, Dori e Belcher (2007), descrevem a aprendizagem de electromagnetismo através de visualizações. Tendo como base as dificuldades manifestadas por elevado número de alunos de Física, estes pesquisadores defendem que para além de ser necessário o envolvimento dos alunos na sua aprendizagem e a realização de trabalho experimental, surge a necessidade de os professores utilizarem nas suas aulas visualizações dos processos e fenômenos científicos, em especial quando se trata de conceitos abstratos como o electromagnetismo. Para Dori e Belcher (2007) o crescente uso de visualizações e da *visualização* na ciência, está associado ao desenvolvimento destas que advém da constante troca de informações entre estas duas áreas do conhecimento (ensino de Física e psicologia cognitiva). Para completa compreensão da natureza e das implicações dos fenômenos científicos e dos seus modelos, os alunos devem ser expostos a todo o tipo de visualizações. O ensino de ciências requer que os materiais de aprendizagem não apresentem só palavras, mas também imagens, estáticas, dinâmicas, gráficos, ilustrações, simulações, etc. que irão contribuir para compreensão dos conceitos científicos ao ajudar na construção de imagens mentais que acompanham os conceitos abstratos (DORI; BELCHER, 2007). Para estes autores, o uso de visualizações incorporadas em tecnologia encontrou o seu caminho no ensino, uma vez que estas permitem várias abordagens e são pioneiras na representação de dados científicos complexos e de modelos.

No seu estudo conclui-se que após a aplicação de um projeto de aprendizagem ativa baseada na tecnologia, que incluía o uso de simulações e de gráficos para aprender electromagnetismo, que os alunos aumentaram significativamente a sua compreensão neste conceito e que estiveram muito engajados na sua aprendizagem. No entanto, referem que o uso destes recursos baseados na tecnologia só se torna eficaz na aprendizagem se usados com interação social e com orientação adequada.

2.6 Papel das visualizações na aprendizagem

A Teoria Sociocultural com origem nos trabalhos de Lev Vygotsky, um autor russo (1868-1934), cujo interesse pela psicologia o levou à busca da compreensão dos processos mentais humanos pode contribuir para o entendimento do papel destes recursos na aprendizagem. De acordo com Vygotsky, as ferramentas (psicológicas ou materiais) que utilizamos moldam nossa experiência, e consequentemente, nosso pensamento. Adotando a posição deste autor, neste trabalho, a visualização é, então, vista como uma ferramenta de mediação semiótica¹, em que sistemas de signos são constantemente utilizados para mediar processos sociais e o pensamento. Uma das contribuições mais arrojadas de Vygotsky é que ele prevê que, no plano mental, existam *construtos* que exercem funções mediadoras das atividades, a que ele chamou de ferramentas psicológicas. Em uma das suas palestras proferidas em 1930, dá exemplos de algumas ferramentas psicológicas: “a linguagem; vários sistemas para contar; técnicas mnemônicas; sistema de símbolos e algébricos; trabalhos sobre arte; escritos; esquemas; diagramas; mapas e desenhos mecânicos; todo tipo de signos convencionais, etc.” (WERTSCH, 1988, p. 95).

A ideia central da mediação é a de que o homem tem acesso ao mundo fundamentalmente de forma indireta ou mediada. Desse modo, nas relações entre o homem e o mundo, existem mediadores que atuam como ferramentas auxiliares da atividade humana. Para Vygotsky, esses mediadores podem ser os instrumentos ou signos. Enquanto o instrumento é um objeto criado para exercer certa função de natureza auxiliar ao trabalho

¹ A Teoria Semiótica ou Teoria Geral dos Signos tem como um dos mais importantes fundadores modernos, Charles Peirce (1839-1914). De acordo, com Pierce o conhecimento humano pode ser representado por uma tríade, signo, objeto e interpretante. O signo é tudo aquilo que representa algo para alguém, o objeto é tudo aquilo que é representado e que pode ter existência concreta ou não, o interpretante é algo (signo equivalente) que surge na mente da pessoa, que faz com o signo seja entendido como uma representação de algo. Este algo que surge na mente está relacionado com experiências anteriores, com processos sociais e culturais. Os signos exercem, portanto, um papel de mediadores, colocando-se entre o sujeito e o conhecimento utilizado tanto para estruturar o pensamento, como em atividades de produção material e simbólica (PIERCE, 2005).

humano, o signo exerce uma função auxiliar nos processos psicológicos, que são orientados para o sujeito, para os mecanismos psíquicos do indivíduo, portanto, na perspectiva de Vygotsky, o uso das visualizações como ferramentas psicológicas:

- introduz várias novas funções associadas ao uso da ferramenta dada e a seu controle;
- suprime e torna desnecessários vários processos naturais, cujo trabalho é executado pela ferramenta, e altera os cursos e os aspectos individuais (intensidade, duração, sequência, etc.) de todos os processos mentais que entram na composição do ato instrumental, substituindo algumas funções por outras (isto é, recria e reorganiza toda a estrutura do comportamento) assim como uma ferramenta técnica recria toda a estrutura das operações de trabalho (VYGOTSKY, 1981, p. 139).

Sem dúvida que, ao lermos algumas das produções de Vygotsky, facilmente verificamos que a linguagem é a ferramenta mestre que media a aprendizagem de todas as outras ferramentas, mas vários outros autores (BAKHTIN, 2006; WERTSCH, 1999) apoiando-se nos estudos de Vygotsky, desenvolveram este conceito e acrescentaram outros.

Bakhtin desenvolve o conceito de dialogicidade, esta contribuição é considerada, por diversos autores, como a principal contribuição de Bakhtin (2006) para os estudos da linguagem. Neste percurso dialógico, e tal como Bakhtin apresentou, pensa-se que as representações visuais apresentadas em sala de aula cumprem de um modo geral duas funções principais. A primeira será de transmissão de informação e a segunda será de produção de significados em consequência da possibilidade de interação entre camadas semióticas ou pela interação de vozes dentro do mesmo enunciado (conjunto de falas), ou seja, devido à função dialógica do enunciado.

Em relação à primeira função de transmissão de informação, acredita-se que, no caso específico da Química, o uso de representações imagéticas, dada a natureza dos conceitos envolvidos, se torne essencial. De um modo geral, as entidades que povoam esta ciência são tridimensionais, embora muitas vezes não se transmita ao aluno esta representação espacial. Sendo neste âmbito que o uso de representações visuais, enquanto uma das formas de representação do ente químico, confira uma certa noção de concretude à entidade, o que se tem mostrado necessário para engajar os alunos no processo de elaborar formas internas e externas de representação no plano submicroscópico.

Para Bakhtin (2006), as criações ideológicas (ciência, arte, religião, etc.) têm lugar nos atos de fala de toda a natureza, incluindo o próprio discurso interior. Para este autor, os

aspectos institucionais do comportamento humano vão ser condicionantes dos *modos de discurso* utilizados nos diversos enunciados produzidos socialmente. No seu livro *Marxismo e Filosofia da Linguagem*, Bakhtin dedica-se ao estudo do caráter social do signo e do seu papel nas interações verbais entre sujeitos. Para Bakhtin, existe uma indissolubilidade entre o signo e a situação social na qual ele se insere, ou seja, Bakhtin considera princípios semióticos e sociais para interpretar a interação verbal.

Estas aproximações são particularmente úteis em sala de aula em que as interações verbais entre indivíduos são frequentes. Estas formas enunciativas estão inseridas num contexto formado por ações, gestos, imagens e outros elementos concretos da situação. Portanto, numa sala de aula, o recurso a ferramentas visuais vai influenciar o fluxo destas formas enunciativas. As representações visuais vão participar da teia de relações com outros conceitos, e este discurso irá permitir a construção de generalizações a partir destes construtos.

No caso específico do uso de representações visuais nos enunciados produzidos quer por professores quer por alunos, torna-se claro, por esta perspectiva, que estas representações devem pertencer ao horizonte conceitual dos interlocutores para que haja a sua compreensão e se possa estabelecer o diálogo necessário para a elaboração de significados.

Neste ponto, torna-se igualmente importante destacar a necessidade de imprimir uma contiguidade a todas as formas de representação utilizadas na produção dos enunciados. Estas devem de alguma forma complementarem-se, entrar em consonância e nunca em contradição ou mesmo repetirem-se. Para cada representação visual deve ficar bem claro para o aluno qual o papel desempenhado por esta, qual a característica do ente químico que ela destaca e será na multiplicidade das formas de representação apresentadas aos alunos que estes serão capazes de efetuar a construção de significados.

Outro autor que tem desenvolvido o conceito de mediação é James Wertsch, psicólogo americano. No entendimento de Wertsch, o conceito de dupla mediação (pelo outro e pelas ferramentas culturais, materiais ou psicológicas) é o mais importante e original na obra de Vygotsky, desempenhando um papel central em sua teoria, tornando-se cada vez mais importante nos últimos anos de sua carreira e de sua vida.

Wertsch introduz duas formas de internalização (domínio e apropriação) das ferramentas culturais no decurso de atividades mediadas. No nível do domínio ou “saber

como usar um meio de mediação com facilidade (WERTSCH, 1999, p. 87), a função que se realizava no plano exterior não foi levada para o plano interior, permitindo apenas reduzir o problema a uma série de tarefas padrão reconhecidas, as quais nós podemos facilmente executar.

No caso concreto do uso de representações visuais, podemos exemplificar com situações em que o aluno usa determinada representação para a resolução de uma atividade concreta, proposta normalmente pelo professor, mas não é capaz de *apropriar-se* dela para uso noutro tipo de atividades não direcionadas pelo professor. Nestas situações, ouve-se, com frequência, a famosa frase “parece que o aluno não aprendeu nada na escola”. O que aconteceu é que ele não se apropriou da ferramenta, ele apenas aprendeu a usá-la eficazmente numa situação concreta (sala de aula), dentro de uma determinada esfera de comunicação, não tendo chegado a fazer parte do seu horizonte conceitual.

Esta possibilidade de o aluno poder usar os meios mediacionais noutras esferas de comunicação e atividade está relacionada com a ideia de apropriação derivada dos estudos de Bakhtin (WERTSCH, 1999, p. 92). Isto significa que a palavra (ou outro signo) pertence parcialmente ao outro e para o indivíduo tomá-la para si, para se apropriar dela, deve carregá-la com as suas próprias intenções, adaptá-la às suas intenções semânticas e expressivas, imprimindo-lhe seu próprio acento (GIORDAN, 2008, p. 96).

Segundo Wertsch (1999), algumas formas de ação mediada são caracterizadas por domínio na utilização da ferramenta cultural sem existir apropriação, enquanto, noutros casos, níveis superiores de domínio se correlacionam de forma positiva com a apropriação. O primeiro cenário parece-nos o mais próximo da realidade do ensino/aprendizagem de Química e de Física, no que diz respeito ao uso de representações imagéticas. Acredita-se que, com elevada frequência, o aluno não chega a apropriar-se da ferramenta visual, por isso quando é posto em contato com ela, noutra disciplina, noutro ano do curso, ou noutra esfera de comunicação mais afastada, ele não a reconhece, ele não interage com ela, ela simplesmente não vai mediar a ação em que está inserida.

A partir da perspectiva destes autores (BAKHTIN, 2006; WERTSCH, 1988, 1999; VYGOTSKY, 1981) podemos concluir que o uso das visualizações pode ser entendido como – Linguagem - ferramenta cultural (material e simbólica) que o aluno deve apropriar-se para agir sobre o mundo e para compreender o mundo. Essa apropriação acontece num

determinado contexto, no seio de uma determinada atividade, na interação com o outro (professor e colegas) e com a ferramenta – Mediação. Ao apropriar essas ferramentas transforma-se e, simultaneamente, transforma a realidade – Domínio e Apropriação. Esta perspectiva distancia-se fortemente do papel motivacional que muitas vezes é, apenas, atribuído a este tipo de recursos no processo ensino-aprendizagem.

Também de acordo com esta teoria o papel do professor é de extrema importância, não só fase de estruturação da aula como no decorrer desta complementando a mediação das ferramentas visuais no acesso ao conhecimento. Esta mediação, tal como refere Vygotsky em vários trabalhos é uma mediação semiótica que tem por base o modelo sógnico de Peirce (2005), a tríade: “objeto”, “signo” e “interpretante”. Isto significa considerar, como já foi referido, que o sujeito (aluno) se constitui nas interações sociais com outros sujeitos e que tanto o signo (visualização) como interpretante (signo mental equivalente) são produtos desta interação social determinada por fatores históricos e sociais (GIORDAN, 2008). A adopção desta perspectiva pelos professores provocará alterações nas concepções destes acerca destes recursos visuais (nossa hipótese) e implicações para a sala de aula, voltando o foco da aprendizagem para as práticas sociais desenvolvidas durante a aula.

Todavia, em muitos trabalhos abordados anteriormente (DORI; BELCHER, 2007; FERK et al., 2003; KOZMA; RUSSELL, 2007b), que têm como foco o aluno e o uso das visualizações, esta perspectiva sociocultural é omitida ou desconsiderada assentando a discussão do tema numa perspectiva cognitivista. Na ciência cognitiva as visualizações poderão ser representações externas “públicas” ou representações internas “mentais” (SANTAELLA; NÖTH, 2010). Para vários autores (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2007; FERK et al., 2003; GILBERT, 2007b; TASKER; DALTON, 2006; WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001) o principal motivo para o uso destes recursos é a construção de modelos mentais (representações internas), modelos estes, imprescindíveis na aprendizagem em ciências e, em especial, na Química. Gilbert menciona: “todos os estudantes de Química devem ter um tipo qualquer de modelo mental de átomo” (GILBERT, 2007b, p.12). Nesta área encontramos, ainda, outros autores (MAYER, 2001, SCHNOTZ; BANNERT, 2003; WU; SHAH, 2004) cujo foco na aprendizagem está na arquitetura cognitiva individual de cada aluno e por consequência no *design* destes recursos.

Do nosso ponto de vista, e à semelhança de Cook (2006), uma perspectiva não excluiu a outra e pensa-se que cada uma pode trazer contribuições para uma integração mais adequada

destes recursos em sala de aula. Como refere esta autora, investigando a partir de uma perspectiva social podemos oferecer um melhor entendimento de como os alunos interpretam imagens (ex. gráficos). Esta perspectiva é particularmente útil quando um baixo desempenho escolar não se consegue explicar por um baixo défice cognitivo. Se bastasse uma aula com interações sociais muito bem planejadas todos os alunos de uma turma teriam sucesso na aprendizagem. E, da mesma forma, como é que se explica que alunos com boas capacidades cognitivas, por vezes, não tenham sucesso na aprendizagem. Também Roth, Pozzer-Ardenghy e Han (2005) no seu livro *Critical Graphicacy – Understand Visual Representations Practices in School Science* referem que todos nós carregamos fatores sociais na produção e na interpretação das imagens. Sendo assim, na área da psicologia cognitiva encontramos algumas teorias que nos permitem compreender melhor que processos cognitivos estão presentes quando estes recursos são utilizados na aprendizagem.

2.7 Teorias da psicologia cognitiva

A Teoria da Codificação Dual, desenvolvida por Allan Paivio (1986), propõe a existência de dois sistemas cognitivos, um especializado na representação e processamento da linguagem não-verbal tal como objetos, imagens e eventos, que se designa por informação visual, e outro especializado na representação e processamento da linguagem verbal, que se designa por informação verbal e que inclui palavras ou textos impressos ou falados. Esta teoria estabelece que a transmissão de informações acontece de maneira mais efetiva quando são usados os canais verbal e visual. Uma determinada ideia (ou conceito) pode ser percebida através de diversas nuances que definem as suas características. O canal visual pode ser mais conveniente para transmitir certas nuances, enquanto o canal verbal pode ser mais adequado para transmitir outras nuances.

A Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller (1998), baseia-se no fato de o sistema cognitivo humano somente conseguir processar um número limitado de informações (5 a 9 elementos de cada vez, Miller (1956)), uma vez excedidos esses limites, o raciocínio e a aprendizagem ficam abaixo do desempenho esperado. Segundo Sweller (1998), deve-se levar em conta, na elaboração de qualquer material de ensino, os três principais tipos de carga cognitiva: carga cognitiva intrínseca (imposta pela complexidade do conteúdo de ensino); carga cognitiva natural (relevante) (imposta pelas atividades de ensino) e carga cognitiva

externa (irrelevante) (externa ao conteúdo), carga esta que desperdiça recursos mentais limitados que poderiam ser usados para auxiliar a carga natural.

Enquanto Paivio (1986) demonstrou a utilidade da sua visão para situações educacionais, pesquisas recentes em aprendizagem por multimídia, como a anteriormente apresentada (SCHNOTZ; KÜRSCHNER, 2008), sugerem que representações múltiplas podem ser ineficazes. A *qualidade* da apresentação é mais importante do que a *quantidade* da apresentação. De fato, Kalyuga, Chandler e Sweller (1999) referem que fontes múltiplas de informação contendo a mesma ideia em diferentes formatos podem levar a interferências e à confusão. Este trabalho sugere que a eficácia de uma apresentação multimídia é função do grau com que os vários meios (modos) de apresentação se alinham ou complementam.

Baseando-se na teoria da Codificação Dual de Paivio (PAIVIO, 1986), Mayer e seus colaboradores (MAYER; MORENO, 1998, 2002; MORENO; MAYER, 2007; MORENO et al., 2001) apresentaram a Teoria Cognitiva de Aprendizagem por Multimídia que assenta em três pressupostos: existência do canal dual (dual-channel), remetendo-nos para a Teoria da Codificação Dual de Allan Paivio (1986); limitação de cada canal para processar informação, isto é, capacidade limitada de processamento, remetendo-nos para a Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller (1998) e, por último, o pressuposto de que temos de nos envolver ativamente num processamento cognitivo para construirmos um modelo mental coerente, ou seja, prestar atenção, organizar a nova informação e integrá-la no conhecimento existente, ativando o conhecimento na memória de longo prazo e trazendo-o para a memória de trabalho. Para este autor, o sistema de processamento de informação inclui a memória sensorial, a memória de trabalho e a memória a longo prazo. Mayer e seus colaboradores estabelecem uma série de princípios que devem ser respeitados durante o uso e o design destes recursos:

- **Princípio multimídia:** a aprendizagem é mais efetiva quando são usadas palavras (canal auditivo-verbal) e imagens (canal visual) em vez de palavras sozinhas.
- **Princípio da contiguidade:** a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras e as imagens apresentadas estão próximas espacialmente e quando são apresentadas simultaneamente
- **Princípio da coerência:** a aprendizagem é mais efetiva quando são excluídos sons, palavras e imagens irrelevantes.

- **Princípio da modalidade:** a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras são narradas (canal auditivo-verbal) em vez de escritas.
- **Princípio da redundância:** a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras são narradas (canal auditivo-verbal) do que quando são narradas e escritas.
- **Princípio da personalização:** a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras são apresentadas num estilo de conversação do que num estilo formal.
- **Princípio interatividade:** a aprendizagem é mais efetiva quando é permitido ao aluno algum controlo sobre a apresentação, por exemplo, fazer pausas, voltar para trás.
- **Princípio da sinalização:** a aprendizagem é mais efetiva quando etapas chave na narração estão assinaladas.
- **Princípio da familiarização:** a aprendizagem é mais efetiva quando os alunos conhecem previamente os termos e nomes apresentados.

Sendo assim, pensamos que a psicologia cognitiva pode trazer subsídios para ajudar os professores a fazerem uma escolha mais criteriosa destes recursos em sala de aula. Pensamos que o conhecimento destas teorias pode ajudar o professor a fazer uma avaliação mais sistemática destes recursos, nomeadamente, em recursos multimídia onde a informação pode ser apresentada em vários formatos (texto escrito, narração, imagem).

Face ao exposto, preconiza-se neste trabalho que as visualizações têm um papel muito importante no ensino de ciências e que a introdução destas ferramentas no sentido de promover a aprendizagem dos alunos representa um desafio para os professores. A relação entre os desafios dos professores e os contributos teóricos mencionados anteriormente são resumidos na Figura 2.1.

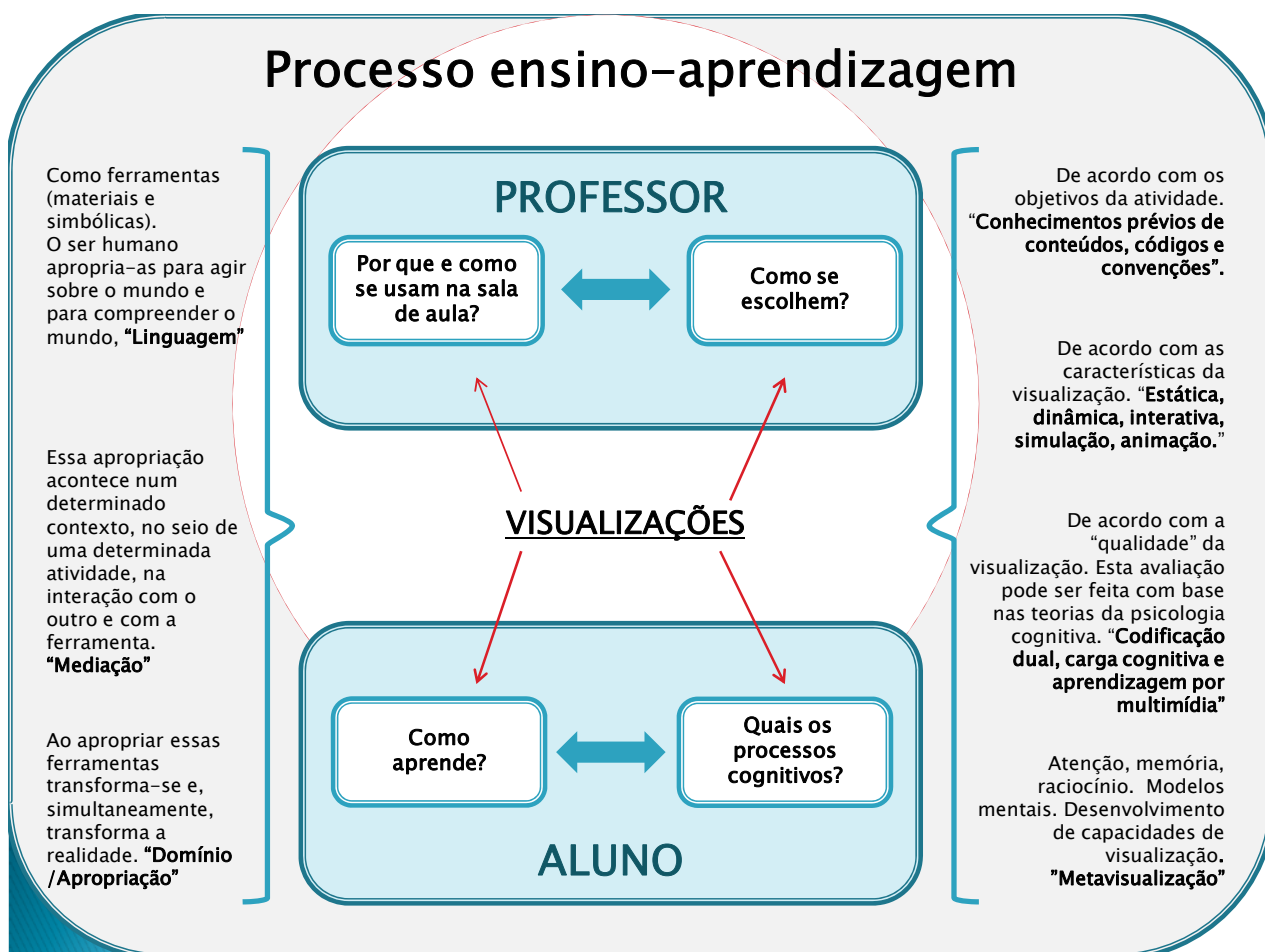


Fig. 2.1 – Enquadramento teórico para as práticas relacionadas com o uso de visualizações no processo ensino-aprendizagem de ciências.

2.8 Características de diversas visualizações

Neste ponto apresentam-se as características de algumas visualizações frequentemente utilizadas em sala de aula. Desta forma, apresentamos as potencialidades e alguns cuidados a ter no uso de alguns recursos visuais tais como: modelos concretos, imagens estáticas 2D e 3D, animações, simulações, softwares de modelagem molecular e vídeos.

Modelos concretos

Em relação aos modelos concretos, podemos afirmar que o seu uso tem sido frequente na sala de aula de Química e de Física.



Fig. 2.2– Modelos moleculares



Fig. 2.3 – Plano inclinado

Estas ferramentas podem ser fisicamente manipuláveis, são importantes, por exemplo, no ensino de estruturas moleculares (Química), pois destacam a tridimensionalidade das estruturas e facilitam a construção de um modelo mental adequado. Na Física ajudam os estudantes a criarem ligações cognitivas entre a Matemática e a Física e podem ser usados em situações de ensino no sentido de conferir a noção de construção do conhecimento na ciência (SAVEC; VRTACNIK; GILBERT, 2007).

Imagens estáticas 2D e 3D

As imagens estáticas 2D e 3D (pseudo 3D), modelos, fotografias, esquemas, gráficos, formulas de estrutura, etc., que aparecem frequentemente nos livros de química e física e nas mais diversas publicações na área das ciências, são muitas vezes usadas para contextualizar determinados fenômenos, para representar determinados processos (físicos, químicos e biológicos), destacar a tridimensionalidade das estruturas e para apresentar e comunicar dados, etc. (GILBERT, 2008; SAVEC; VRTACNIK; GILBERT, 2007).

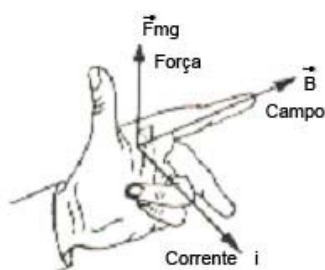


Fig. 2.4 – Regra da mão direita
(Campos eletromagnéticos)

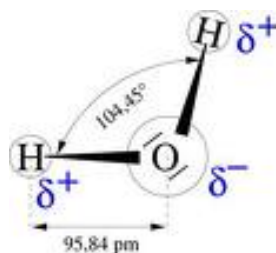


Fig. 2.5 – Representação da molécula da água



Fig. 2.6 – Laboratório de Química

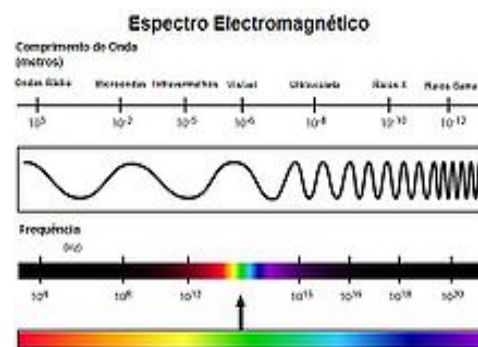


Fig. 2.7 – Esquema do espectro electromagnético

Neste tipo de recursos é importante que o professor discuta previamente com os alunos, caso existam, convenções utilizadas nas imagens, tornar as conexões visíveis, reduzir a carga cognitiva tornando, a informação explícita e integrar informação para que os alunos possam atribuir um significado correto ao que estão a visualizar. No caso de estruturas tridimensionais, o professor deve promover a transição de 2D para 3D e vice-versa. Em relação aos modelos, salienta-se de novo a necessidade de o professor discutir com os alunos o alcance e as limitações de cada representação, isto é, que aspectos uma dada representação pode, ou não, representar (JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009).

Em relação às ferramentas multimídia ou *multimodais*, são ferramentas que utilizam palavras e imagens, isto é, modos verbais e não verbais de representação (MORENO; MAYER, 2007). Estes autores apresentam dois tipos de ferramentas, as interativas e do tipo não interativa. No tipo não interativa, a mensagem é apresentada de uma forma pré-determinada independente de qualquer ação que o aluno faça durante a aprendizagem; exemplos incluem a animação, o vídeo ou uma passagem de um livro com texto e ilustrações. No tipo interativo as palavras apresentadas e imagens dependem das ações do aluno durante a aprendizagem, os exemplos incluem simulações, ambientes de hipermídia, animação e vídeo com ritmo controlado pelo aluno.

Simulação

A simulação multimídia é considerada um dos aplicativos mais poderosos das TIC para a ciência no momento (HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006). Este *software* possibilita animar e simular processos reais (biológicos, físicos e químicos) e permite a execução de "experimentos virtuais", que seriam impossíveis de realizar outra forma

(HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006; RIEBER, 2005). Algumas experiências são muito complexas, caras, ou muito perigosas para serem feitas num laboratório escolar. Esta ferramenta permite um ambiente altamente interativo, que de acordo com a Teoria da Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2001) é o terceiro pressuposto para a aprendizagem ocorrer: o aluno deve selecionar ativamente, organizar e integrar informações. Esta animação interativa, no sentido que o utilizador tem um controle sobre o que vai aparecer na próxima imagem, através de uma modificação nos parâmetros (variáveis) de entrada (input) (RIEBER, 2005), apresenta com frequência representações múltiplas. As simulações permitem que os alunos visualizem conceitos abstratos que ajudarão na construção de modelos mentais (representações internas) (RAPP, 2007). Possibilitam, igualmente, a exploração de processos químicos de forma a prever ou testar explicações e comportamentos subjacentes a modelos teóricos e a simular experiências laboratoriais (BOULTER; GILBERT, 1998). No entanto, existem algumas desvantagens, especialmente quando são usadas isoladamente, pois podem dar a impressão aos alunos que cada variável é facilmente controlada, que a realidade é assim tão simplificada e que todas as experiências de laboratório são tão previsíveis.

Animação

Muito usada, principalmente em Química, a animação multimídia apresenta grande potencial. É utilizada para proporcionar a visualização de fenômenos dinâmicos que envolvem mudanças constantes no tempo que não seriam facilmente observáveis na realidade ou na escala de tempo (ex. placas tectônicas, sistema circulatório), ou quando o fenômeno real é praticamente impossível de realizar numa situação de aprendizagem (demasiado caro, demasiado perigoso) ou pertencem ao mundo submicroscópico (reações químicas) (BETRANCOURT, 2005). As animações são produzidas como modelos úteis no nível submicro, representando as estruturas das substâncias e mudanças químicas e físicas (TASKER; DALTON, 2006). Assim, as animações podem mostrar a natureza dinâmica, interativa e multiparticulada das reações químicas de forma explícita. Mas, de acordo com esses autores, elas devem ser usadas e concebidas com especial atenção, a fim de evitar gerar ou reforçar equívocos. Às vezes é muito difícil de conseguir um bom rigor científico, devido às exigências de restrições técnicas e computacionais. Também Schnotz (2002) no seu trabalho nos apresenta algumas vantagens e desvantagens deste tipo de recurso visual. Para

este autor, este recurso permite a elaboração de um modelo mental de um sistema dinâmico, realizando duas funções:

- Permitir a indivíduos com pobres capacidades imagéticas, ou indivíduos muito novos a elaboração do modelo mental;
- Facilitar a indivíduos já com algumas capacidades imagéticas a elaboração do modelo mental, baixando a carga cognitiva necessária usar para o indivíduo obter o modelo mental.

No entanto, podem inibir a elaboração do modelo mental, ou porque a animação é demasiado complexa, ou porque pode evitar que o indivíduo que já tem capacidade imagética construa o seu próprio modelo mental, criando a ilusão de compreensão.

Softwares de modelagem molecular

Os *softwares* de modelagem molecular como, por exemplo, o *Arguslab* ou o *Hyperchem*, permitem ao aluno gerar e observar visualmente a geometria molecular, superfícies de densidade electrónica e de potencial electrostático e imagens dos orbitais Lumo e Homo, etc. A construção da visualização pode ser feita directamente pelo aluno de acordo o seu ritmo e necessidade, permitindo uma grande interatividade, ou seja, um grande envolvimento na situação de aprendizagem (RAPP, 2007). Ao permitir a manipulação de diversas formas de representação possibilita, por conseguinte, a obtenção de um efeito vinculativo entre a propriedade de natureza teórica e a forma de a representar de natureza pictórica.

Vídeo

O vídeo também é usado no ensino de ciências para apresentar o mundo fora da sala de aula ou para investigar um fenómeno fora do laboratório (NEWTON; ROGERS, 2001). Ele permite levar os alunos em viagens de campo impossíveis ao redor do mundo, conhecer novas pessoas e ouvir suas ideias e mostrar as experiências que não podem ser feitas em sala de aula. O vídeo permite mais do que uma transmissão de conhecimento, permite a aquisição de todo o tipo de experiências: conhecimento, emoções, atitudes, sensações (ARROIO, 2010), ou seja, o vídeo pode constituir um elemento organizador das atividades da sala de aula

permitindo ao aluno um contacto com vários tipos de discurso, desenvolvendo uma leitura crítica do mundo. O vídeo pode ser usado de uma variedade de formas para melhorar qualquer plano de aula ou assunto. Ele pode ser usado antes de introduzir um assunto, para explorar recursos específicos dentro de um tema, para promover a interatividade e encorajar a discussão. Também pode ser feito pelos alunos para apresentar alguma pesquisa, etc. Todavia, existem alguns cuidados na sua escolha e utilização que devem ser salvaguardados pelo professor:

- antes de exibir o vídeo é importante que o professor se aproprie do material, assistindo o vídeo antes para conhecê-lo, verificar a qualidade da cópia, o som, deixando o vídeo no ponto de exibição.
- o professor inicialmente deve realizar a desconstrução e reconstrução do produto audiovisual para então se posicionar como mediador da negociação dos significados na sala de aula.
- escolher se vai exibir todo o vídeo ou só alguns trechos. A exibição do vídeo depende da atividade proposta. Pode ser mais indicado exibir todo o material, ou não, utilizando apenas trechos que sejam relevantes para o desenvolvimento da atividade planeada pelo professor (ARROIO; GIORDAN, 2006).

SÍNTESE

O uso de representações não verbais (visualizações) nas ciências é um fato irreversível (LINN, 2003; RAPP, 2007). Estas desempenham um papel muito importante em vários domínios, nomeadamente na construção, na comunicação e no teste de conhecimentos (LINN, 2003). Com o desenvolvimento das teorias da psicologia cognitiva e das teorias socioculturais, vários têm sido os contributos que nos permitem entender melhor o impacto destes recursos na aprendizagem. Em termos gerais, estas ferramentas são consideradas atualmente pelas teorias socioculturais como meios de construção de conhecimento, mais especificamente ferramentas de mediação semiótica (VYGOTSKY, 1981) e preconiza-se o seu uso num contexto social, em que se privilegiam as interações geradas entre os indivíduos e com as ferramentas. A psicologia cognitiva tem-se focado mais nos aspectos mais individuais da aprendizagem, nomeadamente na construção dos modelos mentais, todavia considera-se neste trabalho que ambas discutem aspectos essenciais à compreensão da natureza e papel destes recursos, assim como a critérios de seleção e abordagens mais eficazes

em sala de aula. Especificamente no ensino de Química e Física, estas são consideradas essenciais, pois “providenciam formas de descrever como componentes particulares em mecanismos complexos interagem” (RAPP, 2007, pp. 52-53). Na Química são essenciais para descrever o mundo submicroscópico e facilitam a transição entre os diferentes níveis representacionais (JOHNSTONE, 1993; GABEL, 1999; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH, 2001). Na Física permitem, por exemplo, simular ambientes abstratos (ex. superfícies sem atrito) (RAPP, 2007) e outro tipo de experimentos que facilitam o entendimento de conceitos complexos. O desenvolvimento da tecnologia tem permitido a criação de sofisticadas visualizações (simulações, animações e softwares de modelagem molecular) que permitem a vivência de experiências virtuais que podem influenciar o pensamento científico dos indivíduos (STIEFF; BATEMAN, JR; UTTAL, 2007). De acordo com os referenciais da psicologia cognitiva, estas ferramentas são essenciais para o desenvolvimento de visualizações internas, ou seja, os modelos mentais. Modelos estes, imprescindíveis na aprendizagem em ciências (GILBERT, 2007b) e que permitem dar conta do raciocínio dos indivíduos quando estes tentam compreender e resolver problemas do mundo físico (GRECA, 2007). Estas teorias da psicologia cognitiva (MAYER, 2001, SCHNOTZ; BANNERT, 2003) apresentam, igualmente, contributos para compreendermos melhor o processo de cognição humana e desta forma, promover um *design* (WU; SHAH, 2004) e uma escolha destes recursos mais alinhada com esta cognição (RAPP; KURBY, 2008).

3. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES

Dado que este estudo tem como uma das finalidades conhecer o impacto de uma ação de formação, que visa promover o uso de recursos visuais, nas concepções de professores sobre estes recursos torna-se importante fazermos neste trabalho uma abordagem a esta temática. Por um lado, procuraremos deixar aqui algumas conceituações gerais sobre concepções que aparecem na literatura educacional e, por outro lado, alguns estudos empíricos nesta área.

3.1 Estudos sobre concepções

Segundo Thompson (1992), o estudo da natureza das concepções e a sua influência nas ações dos indivíduos teve início nos primeiros anos do século XX. Este interesse crescente pelas concepções dos indivíduos levou à necessidade de definir a palavra concepção. De uma forma geral, Dewey (1998) relaciona-a com o termo significado, considerando que a concepção pode ser qualquer “significado padrão” (p. 150), ou seja, significados atribuídos que adquiriram alguma estabilidade. Desta forma, mesmo que as condições físicas e psicológicas variem, o significado mantém-se, constituindo este a concepção do indivíduo acerca de algo. Também Ponte (1992) refere que “as concepções têm uma natureza essencialmente cognitiva”, sendo, por um lado, as responsáveis pelo sentido que os indivíduos dão às coisas, por outro, funcionando como um “elemento bloqueador em relação a novas realidades” (ibidem, p. 185). Estas emergem a partir da experiência do próprio indivíduo e da interação com os outros, confrontando as suas concepções com as dos outros.

Do ponto de vista educacional, não encontramos uma definição unânime sobre concepção. Os termos crença, conhecimento e concepção aparecem muitas vezes associados, sendo a literatura educacional pouco clara nas suas distinções (PONTE; CHAPMAN, 2006). O interesse por este tema surgiu nos anos setenta quando se tentava compreender as dificuldades manifestadas pelos professores quando tentavam aplicar as novas reformas curriculares (FREIRE, 2004; THOMPSON 1992).

Por exemplo, Anderson (1989) sugere que as concepções são “sistemas cognitivos de crenças e conhecimentos interligados que influenciam as percepções e o raciocínio” (ibidem, p.85). Na área das concepções de ensino vários autores definem o termo concepção. Para

Hewson e Hewson (1987), a concepção de ensino representa um conjunto de ideias e interpretações usadas pelos professores de ciências ao tomarem decisões curriculares. Estas podem ser comparadas às concepções dos alunos, ideias e comportamentos intuitivos destes, que influenciam a sua aprendizagem. Barbosa (1991), utiliza a concepção de ensino como um sistema de ideias, crenças, conhecimentos e interpretações. Para Freire (1999), o termo concepção de ensino é utilizado para descrever os pensamentos dos professores sem distinguir entre crenças e conhecimentos. Também Anderson (1989) sugere que as concepções são o conjunto de crenças e conhecimentos que interferem no raciocínio e na tomada de decisões.

No entanto, vários autores fazem a distinção entre crenças e conhecimento. Loucks-Horleys et al. (2003 apud BAPTISTA, 2010), reconhecem que crenças e conhecimento têm significados diferentes. “o conhecimento refere-se à informação segura, sólida e suportada pela investigação” (BAPTISTA, 2010, p. 16) e “as crenças relacionam-se com o que se pensa que sabe ou se pode ficar a conhecer com base em nova informação” (ibidem, p. 16). Já Hoy, Davis e Pape (2006) consideram que crenças e conhecimentos são constructos que se sobrepõem e Pajares (1992) evidencia que as crenças influenciam a aquisição e interpretação de conhecimento, a definição das tarefas e a seleção e interpretação dos conteúdos. Este autor evidencia, igualmente, que as concepções são indicadores de decisões que os indivíduos tomam ao longo da sua vida, sendo as recentemente adquiridas mais fáceis de alterar do que as mais antigas. Ponte (1994) apresenta uma clara distinção entre conhecimento, crenças e concepções. O conhecimento será uma vasta rede de conceitos, imagens e habilidades; crenças serão ‘verdades’ pessoais, derivadas da fantasia ou da experiência, ou seja, em consonância com Pajares (1992), a parte menos elaborado do conhecimento; as concepções são estruturas organizadas de conceitos.

Segundo Luft e Roehrig (2007), nos últimos quinze anos, os pesquisadores educacionais têm dado prioridade à compreensão e à descrição das crenças dos professores. Citando vários estudos (JONES; CARTER, 2007; PAJARES, 1992; RICHARDSON, 1996), Luft e Roehrig (2007) consideram que as crenças podem permitir uma compreensão das práticas dos professores, dado que estas orientam as decisões instrucionais, influenciam a gestão de sala de aula, e servem como uma lente para o entendimento de eventos em sala de aula. Alguns autores (HEWSON; KERBY; COOK, 1995; LYONS; FREITAG; HEWSON, 1997; PAJARES, 1992; POOLE, 1995) identificaram uma influência entre as crenças/concepções dos professores de ciências e as suas decisões pedagógicas. Lyons,

Freitag e Hewson (1997) relatam no seu estudo que, apesar de não ser fácil aceder aos pensamentos dos professores acerca das suas práticas, através de um estudo de caso eles verificaram que as concepções tácitas do professor se podem ajustar às suas práticas. No entanto, estes reconhecem que nem sempre se consegue uma relação bem definida entre os pensamentos e as ações dos professores, dado que muitas vezes os pensamentos que eles expõem nada têm a ver com aqueles que eles usam para conceber as suas aulas. Para estes autores, isto acontece porque os pensamentos dos professores acerca das suas práticas vão além de considerações acerca de conteúdos e métodos, e as relações entre o pensar e a prática estão longe de ser simples. Desta forma, alguns aspectos do pensamento do professor não são evidentes, pois estes podem incluir experiências, crenças, valores, emoções, imagens e metáforas, no campo quer pessoal como profissional. Sendo assim, muito do que o professor sabe ou acredita pode ser tácito e, portanto, não é facilmente acessível ao pesquisador e pode ser revelado apenas nas ações do professor.

Da mesma forma, para Poole (1995, p. 15) crenças e valores são essenciais para a ciência e para a educação e, conseqüentemente, para a educação científica. Elas aparecem em diferentes níveis lógicos:

- Nível I: crenças sobre a ciência e sobre educação, por exemplo, a ciência é uma atividade que vale a pena, a educação é uma coisa boa.
- Nível 2: crenças (i) dentro da ciência - a ordem e inteligibilidade do mundo, (ii) na educação - a escolha das matérias ensinadas e os recursos alocados indicam crenças e valores vigentes na sociedade.
- Nível 3: dentro das matérias ensinadas, a escolha de tópicos a serem incluídos reflete um conjunto adicional de valores.
- Nível 4: as maneiras pelas quais tópicos individuais são ensinados reflete as crenças e valores da sociedade e as individuais do professor. No ensino de ciências, crenças e valores tendem a estar em evidência ao lidar com temas como a energia nuclear e reprodução.

Este autor põe, assim, em evidência a interligação entre vários *níveis* de crenças e valores nas ações dos professores, ou seja, a prática destes resulta de um conjunto alargado de crenças e valores que começa logo nas questões epistemológicas, ontológicas e axiológicas da ciência que eventualmente acabarão por desaguar na educação e, conseqüentemente, no ensino. Também, de acordo com este autor, a escolha dos recursos vai ser influenciada pelas crenças e valores do professor, mas também pelas crenças e valores vigentes na sociedade. Por exemplo, no caso da utilização das TIC e de métodos inovadores de ensino, este uso

muitas vezes surge devido a imposições implícitas ou explícitas da direção da escola, dos pais ou dos próprios alunos. Esta questão da relação entre as concepções dos professores e a sua prática é, como referido anteriormente, algo a que a comunidade educacional tem atribuído uma larga importância. Lederman (1992) apresenta no início da década de noventa uma revisão da literatura sobre as concepções dos professores e dos alunos acerca da natureza da ciência. Já nesta altura emergia a importância das concepções dos professores nas suas práticas e, por consequência, nas concepções dos alunos acerca da natureza da ciência. Neste estudo Lederman apresenta várias pesquisas, seguindo várias linhas metodológicas, argumentando que tem havido um esforço para identificar quais são as concepções dos professores acerca da natureza da ciência e para entender qual a influência destas nas suas práticas.

3.2 Estudos sobre concepções dos professores acerca das visualizações

Todavia, estas considerações sobre concepções emergem, nomeadamente da área de pesquisa das concepções de ensino ou concepções sobre ciência dos professores. Tradicionalmente a pesquisa sobre o uso de visualizações no ensino de ciências tem sido focada no aluno. Como já referido, anteriormente, são bem menores os trabalhos que têm como foco os professores e não encontramos trabalhos que tenham como foco específico as concepções dos professores sobre recursos visuais. No entanto, entendemos que as concepções destes sobre o uso de visualizações são reflexo de outras concepções que fazem parte do ser profissional docente. Os trabalhos encontrados e que passaremos a descrever têm como foco o uso de recursos multimídia ou TIC e dividem-se em dois grupos. No primeiro grupo, discute-se teoricamente, através de uma revisão da literatura, a importância dos conhecimentos, valores, crenças e atitudes que os professores têm acerca destes recursos e, por consequência, que tipo de concepções devem ter os professores para que o seu uso em sala de aula seja adequado (FROST, 2005; PONTE, 2000; ROGERS; FINLAYSON, 2004; WEBB, 2005). No segundo grupo, apresentam-se dois trabalhos empíricos que descrevem alguns pensamentos, crenças e atitudes de professores face a estes recursos (COX; PRESTON; COX, 1999b; HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006; ROBBLEE et al., 2000).

Numa era em que a linguagem, como recurso na aprendizagem, se estende para além do texto escrito para diagramas e textos e, ainda, para modelos, o uso de recursos TIC tem-se

expandido muito rapidamente (FROST, 2005). Para esta autora encontrar atualmente recursos não é um problema de disponibilidade, mas acima de tudo de excesso, o que traz problemas de escolha e de adequação. Os recursos selecionados devem atender as necessidades dos alunos e promover a sua aprendizagem. Sendo assim, a forma de selecionar e utilizar estes recursos vai refletir tanto o modelo que o professor tiver de aprendizagem, como o papel do professor nesse modelo (FROST, 2005). Esta autora salienta, ainda, que as decisões sobre o que escolher, ou como construir recursos é feita, em parte em razões pragmáticas, mas deve também ser realizada com base em contributos teóricos, como os da psicologia cognitiva, ou aqueles preocupados com diferentes estilos de aprendizagem e motivações. Colocando o foco na linguagem e na sua importância na aprendizagem, esta autora menciona que os professores devem ter a noção deste papel para compreenderem a natureza da aprendizagem e os recursos relevantes. Desta forma, torna-se importante perceber quais são as concepções dos professores acerca dos recursos visuais, nomeadamente os incorporados em tecnologia.

No que diz respeito às tecnologias de informação e comunicação (TIC), as atitudes dos professores são muito diversas (PONTE, 2000). Para este autor, coexistem três tipos de comportamento perante estes recursos. Alguns professores procuram evitar, adiar ao máximo o seu uso, mostrando um sentimento de desconfiança. Outros, apesar de as utilizarem na sua vida diária não sabem muito bem como as integrar na sua prática letiva. Outros, ainda, procuram usá-las nas suas aulas sem, contudo, alterar as suas práticas. Por fim, um grupo minoritário procura introduzir estes recursos, superando dificuldades, explorando novos recursos e ideias. No entanto, este cenário parece estar a alterar-se, muitos estudos mostram que os professores apresentam atitudes mais positivas em relação às TIC devido à participação em cursos de formação e, também, devido às intervenções governamentais de alguns países, no sentido de facilitar o acesso dos professores a computadores pessoais (através de incentivos económicos) e apetrechamento das escolas com internet de banda larga, lousas interativas, salas de informática, etc. (BALANSKAT; BLAMIRE; KEFALA, 2006).

Noutro estudo (WEBB, 2005), igualmente focado no uso de TIC, a autora apresenta uma análise detalhada de como os benefícios de ambientes ricos em TIC, identificados a partir de uma revisão da literatura, podem suportar a aprendizagem de ciências dentro de um quadro teórico para a prática pedagógica em educação em ciências. A autora identifica quatro principais benefícios do uso de TIC para a aprendizagem: promoção de uma aceleração cognitiva; permitir uma diversidade de experiências de forma aos alunos relacionarem a

ciência como o seu cotidiano; aumentar a autonomia dos alunos e facilitar a recolha e apresentação de dados. Para esta autora estes benefícios destes recursos poderão ser, ainda, mais potencializados quando integrados com outras inovações pedagógicas (por exemplo, abordagens construtivistas). Desta forma, a autora salienta e discute o papel do professor no uso destes recursos, reconhecendo-se que os professores estão na linha da frente no que diz respeito à sua prática (ROGERS; FINLAYSON, 2004). Lin e Hsi (2000 apud WEBB, 2005), referem que para cada classe o professor precisa pesquisar qual o entendimento dos alunos, analisar o seu pensamento e identificar questões (argumentos) essenciais para construir em cima das ideias dos alunos, inspirando-os a refletir e a reestruturar as suas visões. A introdução destas questões essenciais deve ser feita em momentos apropriados da discussão com os alunos, sendo o papel do professor questionar e promover a interação entre os alunos. Analogamente, Webb (2005) sugere que com o uso de recursos multimídia (simulações), e por forma a incorporá-los efetivamente nas suas práticas pedagógicas, os professores devem conhecer o leque de possíveis concepções alternativas dos alunos, identificar os benefícios providenciados pelos recursos e avaliá-los em relação aos benefícios providenciados por outras atividades, como, por exemplo, experimentos de laboratório. A autora menciona, igualmente, que a partir das evidências apresentadas ao longo do trabalho, os professores têm um papel crucial no planeamento de atividades de aprendizagem dos seus alunos com o uso destes recursos e que este papel nem sempre tem sido enfatizado. Rogers e Finlayson (2003) referem que ainda existem professores que incorporam TIC com a expectativa errada que estes recursos podem funcionar sem uma orientação pedagógica.

Sendo assim, as crenças (*beliefs*) dos professores acerca destes recursos têm uma importância na sua escolha e na forma como são integrados em sala de aula, existindo, inclusivamente, casos em que se verifica uma rejeição em relação ao uso destes recursos (ROGERS; FINLAYSON, 2004). De acordo com estes autores, esta rejeição acontece inevitavelmente quando há falta de tempo para os professores aprenderem a usar as TIC e devido à falta de suporte técnico nas escolas para os casos em que se verifica pouca confiança nas suas competências digitais. Quando estas condições estão minimamente asseguradas o uso e a escolha destes recursos assentam na visão que estes têm da aprendizagem (ROGERS; FINLAYSON, 2004). Por exemplo, nos casos em que os professores se veem como transmissores do conhecimento, a tendência será para usar estes recursos para demonstrar/explicar algo para a toda classe, nos casos em que o professor se vê como um

mediador na construção do conhecimento pelo aluno, a tendência será para os alunos utilizarem estes recursos em pequenos grupos, se as escolas apresentarem condições para isso.

Face ao exposto, os professores precisam não só de acreditar que os benefícios destes recursos podem suportar a aprendizagem dos alunos, mas que eles próprios têm um papel importante no planeamento e gestão das aulas, de forma a que estes benefícios vão ao encontro das necessidades dos alunos, e que estes os percebam e os utilizem (WEBB, 2005). Neste trabalho sugere-se que seria proveitoso considerar em conjunto tanto conhecimento pedagógico dos professores, como o conhecimento pedagógico dos alunos. Este conhecimento pedagógico dos alunos poderá ser avaliado em situações em que é dado um maior controle ao aluno durante a aula, isto é, em situações em que o aluno avalia o que sabe, e procura estratégias para aprender o que não sabe, escolhendo a atividade e o tempo necessário para realizá-la. Estas relações são expostas pela autora no seguinte esquema (Fig. 3.1) que foi traduzido e adaptado por nós.

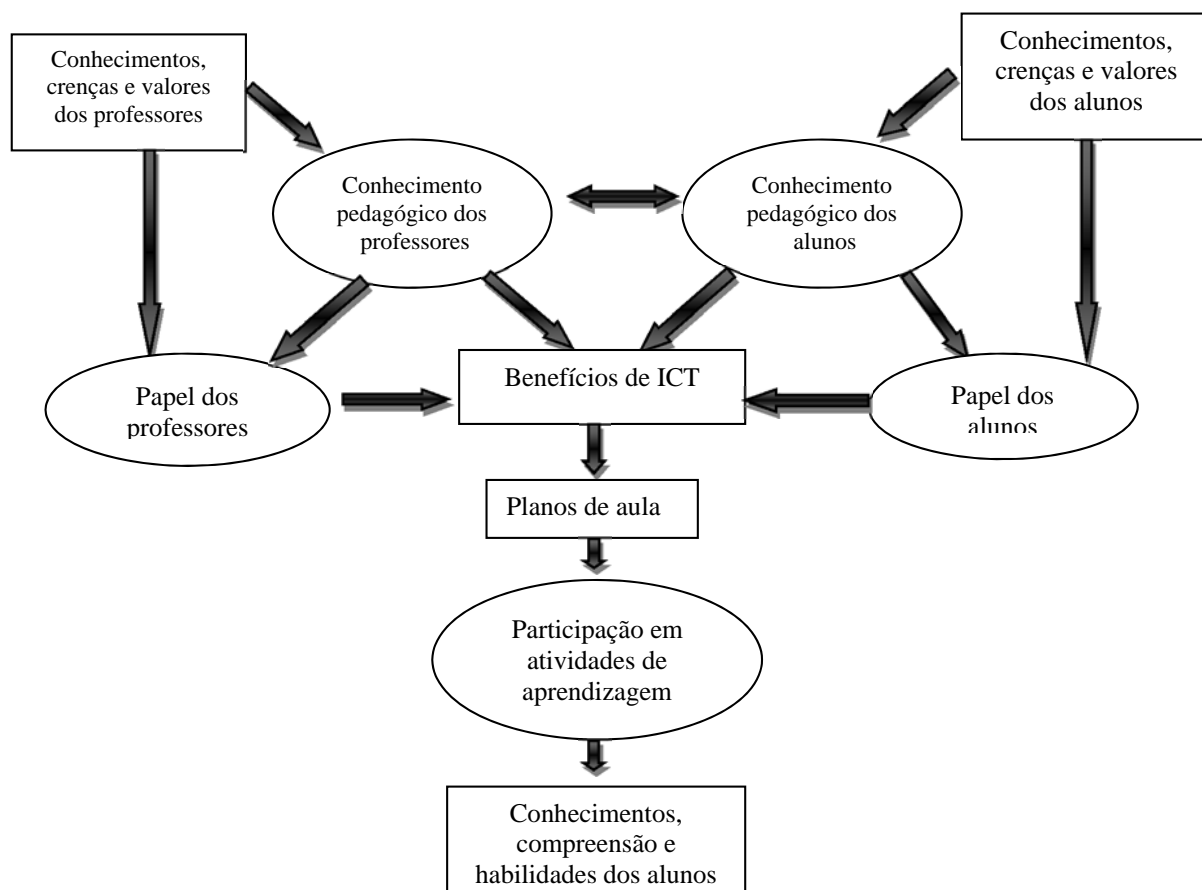


Figura 3.1 – Enquadramento teórico para práticas relacionadas com ICT (WEBB, 2005)

Em Cox, Preston e Cox (1999b), os autores apresentam os motivos mais importantes que levam os professores a utilizarem TIC. Os principais motivos apresentados são: tornarem as aulas mais interessantes, mais fáceis, mais divertidas para eles e, para os alunos mais diversificadas, mais motivantes e mais agradáveis. Além destes motivos, os professores adicionam outros fatores pessoais para o uso destes recursos: permitir o acesso a computadores para uso pessoal, dar maior poder ao professor na escola, dar ao professor maior prestígio, tornar a gestão do professor mais eficiente e providenciar suporte profissional através da internet. Estes autores terminam concluindo que estes resultados têm implicações na formação de professores, referindo a necessidade de estes terem formação nesta área e de esta focar não só os aspectos técnicos, mas também aspectos pedagógicos. Só desta forma poderemos “convencer” os professores da utilidade destes recursos no ensino.

Hennessy, Deane e Ruthven (2006) apresentam um estudo que explora as estratégias pedagógicas dos professores para o uso de simulações multimídia no ensino médio de ciências. Apresentam dois estudos de caso, em que se verificam duas abordagens distintas. Num dos casos o professor utiliza o recurso visual (simulação) para promover uma discussão com toda a turma com o objetivo de elaborar significados conjuntamente com os alunos, o que pressupõe uma concepção de ensino construtivista. No outro caso, o professor promove um uso individual da simulação por cada aluno suportado por um roteiro. Todavia, as interações do professor servem, essencialmente, para manter os alunos focados na tarefa do roteiro. Em outras situações, as interações são usadas para explicar os conceitos subjacentes às visualizações dos alunos, o que pressupõe uma concepção mais tradicional de ensino. Os autores terminam concluindo que, de uma forma geral, os professores referem que usam (motivos) as simulações quando há dificuldades laboratoriais. Mencionam, igualmente, que estes usam diferentes estratégias para explorar os benefícios das simulações que adaptam o uso da simulação para os respectivos contextos levando em conta (critérios): o nível técnico de competência dos alunos, as abordagens pedagógicas preferidas, familiaridade dos alunos com os conteúdos (conhecimentos prévios), tempo disponível, fatores físicos e organizacionais e outros fatores culturais inter-relacionados. Estes resultados evidenciam o conhecimento das potencialidades destes recursos, ideias quanto à forma como estes recursos devem ser explorados e critérios amplos para a sua seleção, ou seja, um conjunto de concepções alargadas sobre estes recursos.

Robblee et al. (2000) conduziram um estudo em que procuravam identificar o papel das crenças dos professores no uso de *softwares* de modelagem molecular para ensinar estruturas moleculares e atômicas segundo a perspectiva da mecânica quântica. Foram analisados quatro professores, considerados quatro casos, com elevada experiência profissional (entre dezoito e vinte e nove anos de serviço) que receberam previamente formação para se familiarizarem com os softwares disponibilizados pelos pesquisadores. Foram utilizados diversos instrumentos de coleta de dados (observação de aulas, entrevistas informais e semiestruturadas e questionários), tendo-se observado cada professor, na respectiva escola, por um período de três a quatro meses. Durante o período de observação cada professor foi encorajado a utilizar a sua experiência profissional e conhecimentos específicos acerca dos seus alunos para determinar qual o uso mais apropriado destes recursos em sala de aula.

Através dos resultados obtidos os pesquisadores concluem que, as crenças relacionadas com a visão que os professores têm da aprendizagem dos alunos e do seu papel como professores tiveram uma grande influência nas suas decisões pedagógicas. Embora o *software* utilizado fomentasse a utilização de atividades de aprendizagem por investigação, cada professor utilizou o software de acordo as suas abordagens preferidas. Em dois casos foram utilizadas abordagens consistentes com visões construtivistas da aprendizagem, e nos outros dois casos foram utilizadas abordagens mais coerentes com modelos de aprendizagem por transmissão de conhecimentos. Nos primeiros dois casos prevaleceram estratégias que fomentavam a aprendizagem dos alunos por investigação, orientadas pelo professor. Aos alunos era permitida autonomia para criar imagens, compará-las, desenvolver hipóteses e testá-las. Nos outros dois casos, embora um dos professores tenha concebido uma atividade de investigação, após os alunos terem recolhido os dados, foi o professor que explicou os resultados obtidos em vez de encorajar os alunos a elaborarem hipóteses e a testarem as suas ideias. As estratégias utilizadas nestes dois casos centraram-se em possibilitar aos alunos a criação de imagens de átomos e identificar as formas das nuvens eletrônicas, etc.

Apesar de, por vezes, surgirem alguns estudos (DUSCHL; WRIGHT, 1989; LEDERMAN; ZEIDLER, 1987) que não encontram necessariamente uma ligação entre as concepções dos professores e as suas práticas, verifica-se algum consenso (ERNEST, 1989; FANG, 1996; GUSKEY, 1986; JONES; CARTER, 2007; PAJARES, 1992; RICHARDSON, 1996) no sentido de admitir que em vários casos essa influência existe, sendo inclusivamente

“consideradas críticas para entender a prática dos professores” (LUFT; ROEHRIG, 2007, p. 40). Nesta ótica proliferam estudos, alguns tentam perceber o que impede a transposição das concepções dos professores para as suas práticas, enquanto outros indicam que as concepções dos professores acerca da natureza da ciência não são as mais adequadas e que estas acabam por influenciar o tipo de ensino, reconhecendo-se que cada linha de pesquisa “é uma como uma peça de um puzzle para entender este fenômeno” (LEDERMAN, 1992, p. 21). Como consequência destes estudos, Lederman (1992) apresenta já nesta década outra linha de pesquisa que tenta entender como se podem alterar as concepções dos professores que será discutida no ponto seguinte deste trabalho.

3.3 Estudos sobre mudanças de concepções

Tendo em conta que um dos objetivos deste trabalho é proporcionar uma mudança nas concepções dos professores sobre o uso de visualizações, torna-se importante perceber em que circunstâncias é que estas alterações acontecem. De acordo com vários autores há aspectos essenciais a serem levados em conta quando tentamos alterar as concepções dos professores. Vários autores (HEWSON, 1992; HOY; DAVIS; PAPE, 2006) argumentam que, os professores só mudam as suas concepções quando as colocam em questão ou são confrontados com outras mais significativas. As mudanças dificilmente se concretizam se o professor estiver satisfeito com a sua prática ou se existirem fatores no sistema educativo que reforcem perspectivas tradicionais para o ensino (MELLADO, 2001, 2003), ou se forem forçadas (DAY, 2001). Para Feldman (2000), é fundamental que estes observem a ineficácia e o insucesso das mesmas e disponham de uma nova orientação que lhes ofereça vantagens e esteja em sintonia com os seus objetivos pessoais.

Dentro desta área, ainda, encontramos Glatthorn (1995 apud BAPTISTA, 2010), que refere que este processo de mudança não é linear, sendo na verdade complexo, encontrando vários fatores que influenciam esta mudança: “pessoais, onde se enquadra a idade, motivação para ensinar, desenvolvimento cognitivo, experiência profissional e experiências vividas; contextuais, que incluem todos os elementos do ambiente profissional; processuais, relacionados com a forma como o professor age profissionalmente” (BAPTISTA, 2010, p.26-27). De fato, esta mudança por vezes não acontece (YERRICK; PARKE; NUGENT, 1996). As razões apontadas por estes autores são diversas, por vezes as crenças dos professores acabam por funcionar como um filtro, impedindo alterações às visões enraizadas que estes

têm do ensino. Noutros casos até se vislumbram pequenas alterações, mas a necessidade de cumprir o currículo, a pressão dos seus alunos para obterem a resposta certa ou as inevitáveis comparações entre as classificações obtidas pelos seus alunos em exames nacionais e as dos seus colegas, conduziram na prática à manutenção das visões tradicionais de ensino do mostrar e explicar. Para estes autores (YERRICK; PARKE; NUGENT, 1996) só um trabalho diário com os professores poderá promover uma mudança e um auxílio quando estes se encontram em face de estes dilemas.

Neste ponto, também, Freire (1999) concluiu através do seu estudo sobre mudanças de concepções de ensino de ciências que, por vezes, as mudanças não são completas, ou seja, só se vislumbram alterações em ideias, interpretações e conhecimentos mais superficiais, enquanto que zonas mais profundas permanecem inalteradas. Da mesma forma, a autora relata que quer o conteúdo, quer a extensão das mudanças não foi igual para todos os catorze professores, em formação inicial, participantes do estudo. Alguns professores manifestaram, inclusivamente, argumentos que parecem contraditórios, o que os leva, a alterar constantemente posições, acabando frequentemente por se situarem numa posição intermédia.

Num estudo conduzido por Da-Silva et al. (2007), sugere-se que um processo de mudança evolui progressivamente e gradualmente e que nem todas as concepções se alteram ao mesmo tempo, obrigatoriamente. Luft e Roehring (2007) verificaram que as concepções de professores em início de carreira são mais fáceis de alterar do que as de professores mais e experientes, uma vez que as concepções mais centrais e enraizadas são mais resistentes à mudança (KAGAN, 1992). Dado que as concepções foram formadas ao longo dos anos, estando associadas à experiência da vida real, o processo de mudança requer tempo, persistência e vários tipos de suporte. Para Tillema e Knol (1997), estas mudanças ocorrem em quatro fases: reconhecimento das concepções atuais; avaliação e investigação; decisão de mudar; reconstrução e construção de concepções.

No que diz respeito ao uso de ferramentas visuais, Webb (2005) relata que é necessária uma mudança nas crenças dos professores e que esta ocorrerá em projetos de desenvolvimento profissional. Segundo Rogers e Finlayson (2004), quando um professor introduz uma nova ferramenta de ensino é natural que ele tenda a adaptá-la aos seus métodos habituais de ensino, preservando a sua autoestima e o seu papel. Em consonância com esta perspectiva, Ponte (2000) relata que “toda a técnica nova só é utilizada com desenvoltura e naturalidade no fim de um longo processo de apropriação” (PONTE, 2000). Segundo este

autor, no processo de integração das TIC temos de considerar a educação tecnológica e a pedagógica dos professores. Desta forma, nestes projetos de desenvolvimento profissional pretende-se que os professores compreendam o potencial destes recursos em que, conjuntamente com o conhecimento dos alunos e com o seu PCK, consigam negociar com os seus alunos para desenvolver um ambiente com TIC que proporcione benefícios para a aprendizagem dos alunos (WEBB, 2005).

SÍNTESE

Face ao exposto, e ainda, de acordo com Ponte (1994), as concepções destes professores acerca deste tema, serão construtos organizados que desempenham um papel importante no pensamento e na ação, por isso, irão provavelmente enquadrar a forma como estes são usados na sala de aula. Apesar da dificuldade encontrada em definir o termo concepção, dada a diversidade conceitual apresentada na literatura, adotou-se neste estudo a perspectiva de Freire (1999), em que o termo concepção abarca, neste caso, crenças e conhecimentos acerca dos recursos visuais, reconhecendo que estas concepções estarão relacionadas com outras, nomeadamente acerca da natureza da ciência ou concepções de ensino. Os estudos teóricos analisados (FROST, 2005; ROGERS; FINLAYSON, 2004; WEBB, 2005) apontam um conjunto de conhecimentos e atitudes que os professores devem ter face a estes recursos, enfatizando quer o papel dos recursos na elaboração conceitual, quer o papel do professor na seleção e na escolha da abordagem pedagógica. Nestes estudos são também apresentadas algumas considerações em relação à formação nesta área. Em relação aos estudos empíricos na área (COX; PRESTON; COX, 1999b; HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006; ROBBLEE et al., 2000), embora alguns (COX; PRESTON; COX, 1999b; HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006) não tenham como foco o estudo das concepções ou crenças dos professores acerca destes recursos, permitem-nos detetar um conjunto de conhecimentos, atitudes e papéis que estes atribuem às visualizações. Nestes estudos encontramos professores que atribuem um papel mais motivacional e apelativo, quase não reconhecendo o impacto na aprendizagem, outros que reconhecendo o papel na aprendizagem, os utilizam como meios para transmitir conhecimentos e, ainda, professores que utilizam estratégias mais construtivistas, consideradas mais enriquecedoras da aprendizagem. Sendo assim, torna-se importante identificar concepções de professores, sobre o uso de visualizações, e promover a sua formação para aprofundamento nesta temática e se necessário construir um contexto favorável à mudança de acordo com alguns estudos educacionais.

4. ABORDAGENS DE ENSINO

Abordagens de ensino, ou modelos de ensino como também são chamados na literatura, consistem numa sequência de estratégias de ensino, técnicas, e rotinas destinadas a proporcionar uma aprendizagem em várias aulas, na maioria das vezes durante uma unidade de ensino, centrada em torno de um tema de ciência (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010). Um grande número de modelos de ensino e abordagens têm sido sugeridos na literatura, mas poucos têm sido amplamente utilizados. Para estes autores, as abordagens de ensino utilizadas para ensinar temas específicos de ciência, são instâncias de uma complexa mistura de vários aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), dado que estas assentam, como referido anteriormente, numa série de estratégias, rotinas, e técnicas que estão ligadas a um conhecimento pedagógico geral.

Para Abell, Appleton e Hanuscin (2010), as estratégias serão um conjunto múltiplo de ações, usualmente consistindo numa mistura de técnicas e rotinas. A concepção destas estratégias reveste-se, assim, de um carácter extremamente importante, pois quanto mais intencionais e orientadoras forem estas ações melhor será a consecução de uma determinada aprendizagem (ROLDÃO, 2009). Entre exemplos de estratégias geralmente usadas contam-se: prever, observar e explicar (POE), demonstrações, atividade laboratorial, atividades de investigação e exposição de conteúdos. As técnicas dizem respeito a ações únicas do professor como colocar uma questão, explicar algo, usar um mapa conceitual, estando normalmente interligadas com outras técnicas e rotinas. As rotinas referem-se, por exemplo, a levantar a mão quando um aluno quer falar, ou sentar os alunos num tapete de frente para o professor para entrarem numa discussão envolvendo toda a classe. Sendo assim, a abordagem será algo mais geral, onde uma série de estratégias articuladas terá lugar, constituindo desta forma o percurso onde a aprendizagem ocorrerá (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010).

Simultaneamente, sugere-se que as abordagens de ensino utilizadas pelos professores estarão de alguma forma, relacionadas com as teorias de aprendizagem preconizadas por estes. Neste ponto, também, Cachapuz, Praia e Jorge (2002) reconhecem que deve existir uma relação entre o modo como os professores ensinam ciências e o modo como os professores pensam que os seus alunos aprendem, sendo, portanto, importante considerar os contributos da psicologia da aprendizagem. Face ao exposto, deixamos aqui uma breve síntese de algumas teorias da aprendizagem que têm sido discutidas na literatura.

4.1 Teorias da Psicologia da Aprendizagem

Uma das primeiras teorias que teve uma influência considerável sobre a educação em ciências foi o Behaviorismo (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010). Esta teoria surge formalmente no início do séc. XX e dominou claramente a primeira metade deste século, operando uma revolução metodológica como forma de superar o subjetivismo ligado ao uso de métodos introspectivos, e que se baseia no estudo de comportamentos observáveis (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Esta teoria baseada nos trabalhos de Pavlov foi transposta para a educação (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010), e assenta no esquema estímulo-resposta (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002), onde os estímulos externos provocam no aluno respostas internas ou comportamentos. Neste caso a aprendizagem é um processo mecânico em que os comportamentos dos alunos são determinados pelo reforço encontrado no exterior. Cada pequena tarefa de aprendizagem bem sucedida é recompensada e reproduzida, as tarefas falhadas são punidas e rejeitadas. Neste cenário, não importa o que se passa na mente e não há qualquer explicação quanto à formação de novos conceitos, havendo uma descontextualização e simplificação de tarefas (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Desde os anos setenta que esta teoria é considerada pouco útil, sendo hoje usada apenas para tarefas de baixo valor cognitivo (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010). Desta forma, destaca-se atualmente outra orientação na Psicologia da Aprendizagem, o Cognitivismo (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Todavia, segundo estes autores há que considerar a existência na literatura de uma terceira orientação, o Construtivismo. Para Cachapuz, Praia e Jorge (2002) esta terceira orientação, na verdade, não é mais do que uma vertente do Cognitivismo embora com determinadas especificidades, o enfoque continua a ser a cognição.

Na literatura é consensual considerar-se os trabalhos de Piaget como os mais influentes para a teoria do desenvolvimento cognitivo (BENNETT, 2003; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Nesta teoria procura-se perceber como se desenvolvem as habilidades cognitivas (obter, processar e usar informação) à medida que as crianças crescem (BENNETT, 2003). Dois processos centrais na aprendizagem são fundamentais para Piaget: assimilação (interpretação de novas experiências de aprendizagem dentro das estruturas

existentes) e acomodação (modificando o pensamento existente levando em conta as novas experiências de aprendizagem) (BENNETT, 2003). No essencial, a aprendizagem é um “processo cognitivamente mediado” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002, p. 115) em que o enfoque é o que e no como se aprende. Para Piaget, a forma como as crianças e os jovens pensam é qualitativamente diferente da lógica dos adultos e o seu desenvolvimento (da criança) é feito por estágios. Estes serão os aspectos da sua teoria que mais implicações trouxeram para o ensino de ciências (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Segundo estes autores, a apropriação desta teoria no campo educacional levou à construção de novos currículos, materiais e novas metodologias, tentando-se convergir as exigências do currículo proposto com o estágio de desenvolvimento cognitivo dos alunos, o que nem sempre foi conseguido. Este fato é de especial importância nos estágios das operações concretas e formais fundamentais para a aprendizagem em ciências. Sem um pensamento hipotético-dedutivo de natureza abstrata a compreensão de alguns conceitos científicos não estará ao alcance dos alunos. Desta forma, o aluno é caracterizado como um sujeito psicológico que se desenvolve através da reflexão interna sobre os objetos de conhecimento, ou seja, sobre o mundo num processo que radica em conflitos e perturbações provocadas pela interação com o exterior até se atingir um equilíbrio (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Aqui podemos ver uma ruptura com as teorias behavioristas, porém estas propostas piagetianas foram e são, também, alvo de fortes críticas. A posição que todas as crianças se desenvolvem cronologicamente segundo os diferentes estágios cognitivos propostos por Piaget, assim como, a desvalorização do contexto sociocultural em que a aprendizagem ocorre têm sido alvo de grande controvérsia. Outro pólo de discórdia diz respeito à problemática relação entre aprendizagem e desenvolvimento, cabendo a este condicionar a aprendizagem, desvalorizando-se assim o papel do ensino. É neste contexto que uma nova orientação emergiu dentro da psicologia, o Construtivismo.

De acordo com Bennett (2003), é difícil perceber exatamente quando e como esta orientação emergiu, mas aparentemente tudo aconteceu quando inúmeros fatores convergiram, em dado momento, para a necessidade de compreender mais profundamente como é que os alunos aprendem conceitos científicos. Ainda de acordo com esta autora, esta teoria preconiza que a aprendizagem acontece quando as pessoas constroem significados a partir das experiências vividas ao invés de adquirirem conhecimento de outras fontes.

Não existe uma teoria construtivista, mas várias teorias, cada uma com diferentes perspectivas que podem ser organizadas em três vertentes: construtivismo pessoal, construtivismo social e processamento da informação (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010). O construtivismo pessoal, muitas vezes designado de construtivismo cognitivo ou psicológico, defende a visão que o conhecimento possuído por um indivíduo é resultado de uma construção pessoal de fatos, conceitos, emoções e valores (BAVISKAR; HARTLE; WHITNEY, 2009), e que o indivíduo usa as experiências passadas para compreender e interpretar novas experiências (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010). Para estes autores e para Palmer (2005), os estudos de Piaget são os grandes impulsionadores deste ramo das teorias construtivistas, no sentido em que um indivíduo constrói ativamente um significado para uma experiência, de acordo com os esquemas internos, e por sua vez estes são afetados pela experiência por forma a assimilar os novos dados. Estas experiências podem ser físicas (interação física com objetos do meio ambiente), mentais (pensamentos acerca de algo que observaram) ou sociais (interações com os outros) (PALMER, 2005). Neste sentido, o enfoque do construtivismo cognitivo é a construção pessoal do conhecimento. Nesta perspectiva os professores têm o papel de preparar atividades adequadas com o objetivo de promover a aprendizagem dos alunos (PALMER, 2005).

Em relação ao construtivismo social é nos trabalhos de Vygotsky (já introduzidos no capítulo 2), que surgem os principais contributos que permitiram a emergência deste ramo do construtivismo (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002; PALMER, 2005). Adotando uma abordagem sócio-cognitiva, Vygotsky ao contrário de Piaget, confere ao ambiente social e cultural uma importância determinante na aprendizagem do indivíduo. Nesta teoria destaca-se uma evolução do social para o individual, ou seja, o indivíduo evolui pela apropriação da cultura através das interações sociais culminando em uma interiorização. Esta interiorização corresponde à reconstrução interna de um acontecimento externo (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Em relação à sala de aula, a aprendizagem ocorre quando o aluno contata com indivíduos mais competentes, normalmente o professor. Através da linguagem os alunos podem exprimir as suas ideias e procurar esclarecimentos até conseguirem compreender. Neste processo, o professor tem um papel fundamental e diferente das outras perspectivas. Aqui a ajuda ou auxílio terá de consistir numa orientação gradual de modo a permitir ao aluno o desenvolvimento das suas competências e conhecimentos, enquanto vai relacionando com

conhecimentos prévios (PALMER, 2005). O professor terá ainda de promover um ambiente rico em interações onde os alunos tenham oportunidade de interagir com o professor e com os seus pares de forma a negociar significados (ibidem). Como se referiu no capítulo 2, nesta visão cabe ao professor proporcionar os meios para o aluno atuar sobre o meio, utilizando diversos instrumentos, sendo o mais importante a linguagem. Os signos e os sistemas de símbolos produzidos culturalmente são um fator de desenvolvimento do próprio pensamento, funcionando como instrumentos de mediação psicológica entre os indivíduos e a realidade onde se inserem (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Em síntese quer no construtivismo pessoal, quer no construtivismo social, a aprendizagem é vista como um processo ativo, que em última instância consiste numa reconstrução pessoal de significados em resposta a um estímulo externo, quer este provenha de uma interação social, ou de uma experiência individual. Em ambos os casos o indivíduo necessita sempre de recuperar conhecimentos e concepções prévias, relacioná-los com o que está ser vivenciado e modificá-los caso seja necessário (PALMER, 2005). A aprendizagem requer um esforço por parte do aprendiz e, por conseguinte, motivação (ibidem).

Abell, Appleton e Hanuscin (2010), apresentam ainda uma terceira vertente do construtivismo, o processamento de informação. Esta visão resulta, segundo estes autores, de uma comparação entre a aprendizagem humana, a inteligência artificial e o funcionamento dos computadores. As noções de entrada de informação, processamento de informação, armazenamento de informação, recuperação de informação são comuns nestas duas áreas do conhecimento. A ênfase está no que acontece dentro da cabeça de um indivíduo durante a aprendizagem e que se relaciona fortemente com alguns aspectos do construtivismo pessoal. Tendo por base estes pressupostos desenvolveram-se nesta área várias teorias, tais como, a Teoria da Codificação Dual de Allan Paivio (1986), a Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller (1998) e a Teoria Cognitiva de Aprendizagem por Multimídia de Moreno et al. (2001), descritas no capítulo 2 deste trabalho. Todavia, segundo Abell, Appleton e Hanuscin (2010), há quatro focos principais que descreveremos muito sumariamente:

- ✓ Entrada de informação: analogamente às portas de entrada de informação dos computadores (rato, teclado, etc.) também o ser humano usa os órgãos dos sentidos (audição, visão, etc.) para fazer chegar informação ao cérebro.

- ✓ Processamento de informação: diz respeito às informações sensoriais que são colocadas na memória de curto prazo com o objetivo de estabelecer ligações com os conhecimentos prévios que são, entretanto, recuperados. Mais uma vez observa-se uma analogia com a utilização da memória RAM dos computadores. A noção de sobrecarga cognitiva também aparece como analogia com o uso das memórias dos computadores, a possibilidade de estarmos a usar excesso de informação que não pode ser processada advém de comparações com o modo de funcionamento dos computadores.
- ✓ Armazenamento de informação: esta ação refere-se à entrada de uma informação sensorial que é interpretada, atribuição de um significado e, por conseguinte, passagem à memória de longo prazo estabelecendo-se ligações com outras experiências relacionadas. Este processo é semelhante ao que ocorre quando guardamos informação em CD, DVD ou no disco do computador.
- ✓ Recuperação de informação: esta ação diz respeito ao ato de recordar posteriormente alguma informação que estava guardada na memória de longo prazo, com o objetivo de atribuir significado a uma nova informação ou para demonstrar uma aprendizagem. Isto corresponde a abrir um arquivo para ser modificado ou imprimido. Nesta etapa, muitas vezes, algo corre mal quer no cérebro humano, quer no computador. Às vezes esquecemos o nome do arquivo, ou este fica corrompido, de tal forma, que não conseguimos aceder à informação. À semelhança, o ser humano, por vezes, não consegue recuperar totalmente ou parcialmente informação da nossa memória de longo prazo ou, então, recupera informação confusa. As causas mais comuns para este fato são o uso raro desta informação, ou a passagem de um longo período de tempo desde que ela foi armazenada.

Para Abell, Appleton e Hanuscin (2010), a visão construtivista da aprendizagem é complexa e apresenta diferentes percursos que podem ser seguidos pelos aprendizes. A escolha individual do percurso vai depender de vários fatores, tais como: sentimentos pessoais no momento da aprendizagem, estilo preferido de aprendizagem, comportamentos adquiridos durante a educação formal e a influência do contexto social. Estes autores apresentam-nos um modelo onde procuram tornar compreensíveis para professores em formação inicial e em

serviço, as diferentes nuances desta visão construtivista da aprendizagem num contexto de sala de aula, mas que pode ser utilizado para outros contextos. Os termos “INÍCIO” e “FIM” marcam, respectivamente, os momentos em que o aprendiz inicia o processo de aprendizagem e o finaliza.

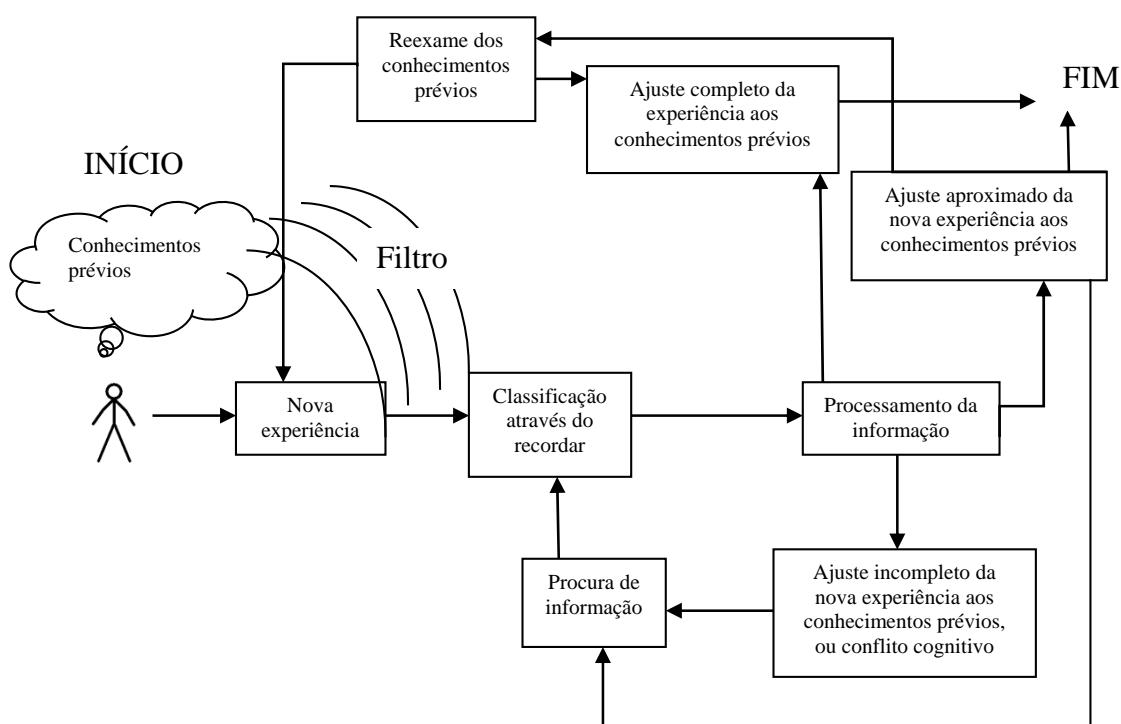


Figura 4.1 Modelo de aprendizagem (adaptado de Abell, Appleton e Hanuscin , 2010)

Para estes autores, qualquer indivíduo que entre numa situação de aprendizagem, trás consigo todo um conjunto prévio de ideias, habilidades e sentimentos que estão organizados na sua mente, e que estão representados na figura por conhecimentos prévios. Ao deparar-se com uma nova experiência, que num contexto de sala de aula normalmente é providenciada pelo professor, o aluno tenta usar os seus conhecimentos prévios para lhe atribuir algum significado. De uma forma inconsciente busca nos seus esquemas internos, começando pelos mais relevantes para as circunstâncias seguindo para os menos relevantes, algo que lhe permita classificar esta nova experiência. Simultaneamente, procura pistas no contexto (assuntos tratados na aula), nos comentários do professor de forma a orientar a sua busca interna. Os esquemas internos usados vão funcionar como um filtro em relação àquilo que o aluno vai ou não captar acerca da nova experiência, ou seja, quais os detalhes que vão ser considerados e quais vão ser ignorados. Da mesma forma, o estado emocional do aluno pode condicionar aquilo que ele vai prestar atenção, assim como a existência de outros estímulos na

sala de aula (conversas entre alunos, etc.). Em suma, quer o contexto social quer os esquemas internos a que o aluno acessa vão condicionar a interpretação da nova experiência.

Após encontrar algo nas suas memórias que seja considerado relevante para a nova experiência, o aluno vai processar toda a informação recuperada tentando ajustar ou acomodar, segundo Piaget, a nova informação no seio da pré-existente. Como consequência deste processamento podem ocorrer três situações: a nova informação é completamente ajustada aos conhecimentos prévios, a nova informação é aproximadamente ajustada aos conhecimentos prévios ou em último caso o ajuste é incompleto ou cria-se mesmo um conflito cognitivo. No primeiro caso todos os aspectos considerados da nova experiência foram compreendidos e do ponto de vista do aluno a experiência de aprendizagem terminou, o que não quer dizer que o aluno tenha conseguido atribuir a esta nova experiência o significado pretendido pelo professor. No segundo caso o aluno consegue encontrar uma explicação que deixa alguns aspectos da nova experiência por compreender. No entanto, se esta é considerada razoável pelo aluno este abandona a situação de aprendizagem deixando algumas lacunas por preencher. Em outros casos os alunos, incentivados pelo contexto de sala de aula, podem visitar os seus conhecimentos prévios, numa tentativa de esclarecer os aspectos por compreender. No último caso, o aluno reconhece que não conseguiu encontrar informações prévias que lhe permitam atribuir um significado à nova experiência, entrando por vezes em conflito cognitivo. Desta forma, procura, de acordo com as suas habilidades, informações no contexto onde está inserido (livros, comentários dos colegas e professor, TIC, apontamentos pessoais, etc.) que lhe permita dar um sentido àquilo que está a vivenciar.

Como se pode observar existe uma série de ideias acerca da forma como a aprendizagem se processa. Algumas delas foram fortemente incorporadas em modelos de ensino, outras quase não foram consideradas e nunca chegaram à sala de aula, porventura outras ainda chegarão, dependendo da forma como forem debatidas nos cursos de formação inicial e continuada, das orientações curriculares, das condições das escolas, horário de trabalho dos professores e do quanto estas fizerem sentido nas práticas destes.

4.2 Tipos de abordagem de ensino

A classificação e descrição dos diferentes tipos de abordagens utilizadas pelos professores no ensino de ciências na literatura é bastante diversa. Vários autores discutem este tópico utilizando diferentes perspectivas.

- **Abordagem tradicional**

Mizukami (1986) nos apresenta uma classificação e uma caracterização bastante alargada de alguns tipos de abordagem de ensino utilizadas pelos professores. Para esta autora, a abordagem tradicional trata-se de uma concepção e uma prática educacional que persiste no tempo, em suas diferentes formas, e que passou a fornecer um quadro diferencial para todas as demais abordagens que a ela se seguiram. Esta prática educativa caracteriza-se pela transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade ao longo dos tempos. Essa tarefa cabe, essencialmente, ao professor que possuindo o conhecimento o transmite ao aluno, cujo papel deve ser de um simples depositário. Em termos de aprendizagem, pressupõe-se que a inteligência seja uma faculdade capaz de acumular/armazenar informações. Aos alunos são apresentados somente os resultados desse processo, para que sejam armazenados. Cabe ao professor ou à sociedade escolher os conteúdos a ensinar e os procedimentos didáticos, independentemente dos interesses e das necessidades dos alunos. A escola é o local ideal para a transmissão desses conhecimentos, tendo o aluno a responsabilidade de repetir essas informações em exames, provas ou testes, sendo reprovado se não atingir uma classificação mínima pré-estabelecida. É um ensino que se preocupa mais com a variedade e quantidade de noções/conceitos/informações do que com a formação do pensamento reflexivo.

O método expositivo é o habitual, estando implícito no relacionamento professor - aluno, que o professor é o agente e o aluno é o ouvinte. Para Cachapuz, Praia e Jorge (2002, p. 141), “trata-se de uma didática repetitiva de base memorística, de ritmo uniforme, [...] em que o erro é entendido como negativo [...]”. O trabalho continua mesmo sem a compreensão do aluno, somente uma verificação a posteriori é que permitirá ao professor tomar consciência deste fato. Quanto ao atendimento individual há dificuldades, pois a classe fica isolada e a tendência é de se tratar todos igualmente, a comunicação é unilateral, quase sempre do professor para o aluno. Em relação ao uso de materiais audiovisuais, normalmente utilizam-se materiais apelativos com excesso de informação, numa perspectiva demonstrativa, em que o recurso serve para auxiliar o professor a dar a aula, muitas vezes em substituição do manual

escolar. Estes recursos falam por si, de acordo com a ótica do professor, sendo assim, o aluno só tem de prestar atenção (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Em síntese, subjacente a esta abordagem está uma epistemologia empirista-indutivista que atribui ao conhecimento científico os conceitos de verdade, de objetividade e de evidência e, por outro, conta com a passividade cognitiva do sujeito em face desse conhecimento (ALMEIDA, 2001).

- **Ensino por descoberta (EPD)**

Caracterizado por Cachapuz, Praia e Jorge (2002), este modelo que se impôs em meados dos anos 70, apresenta um ruptura positiva ao modelo ou abordagem por transmissão de conhecimentos, encerrando no, entanto, uma série de dificuldades já encontradas na abordagem por transmissão de conhecimentos. Aqui o aluno já não tem um papel passivo, os alunos aprendem por conta própria a partir da observação, porém, esta aprendizagem é efetuada principalmente pela via sensorial, a construção das ideias é feita a partir dos fatos dados ou obtidos (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). À semelhança da abordagem por transmissão de conhecimentos, não tem em conta uma construção ativa do conhecimento e, da mesma forma, não existe uma preocupação com aquilo que o aluno já sabe. Nesta lógica o que o professor apresenta ao aluno são fatos observáveis, organizados, presumindo-se que este naturalmente e espontaneamente, ainda que guiado, vá gerar conceitos.

De cunho fortemente empirista/indutivista, esta abordagem, conduz ao mito do método científico, em que os cientistas caminham dos fatos para as ideias de uma forma mecânica, invariável e linear (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Desta forma, induz-se nos alunos uma concepção ingênua da investigação científica, criando a ilusão que utilizando o método científico chegarão aos mesmos resultados dos cientistas. Ainda que centrada no aluno, esta abordagem não contempla as dificuldades dos alunos, bastando a estes seguirem atentamente as instruções do professor para surgirem os resultados, sem questionamento. A aprendizagem centra-se na descoberta por um processo indutivo, não havendo a necessidade de quadros teóricos de referência. Procura-se “descobrir que” em vez de “descobrir porque” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002, p. 149), desta forma, a elaboração de significados e a construção pessoal do conhecimento fica muito fragilizada, pois tudo se centra em observar com rigor e método e o aluno só tem de empenhar-se em descobrir os dados e chegar às conclusões.

Neste modelo de ensino os alunos estão muitas vezes organizados em pequenos grupos com vista a procurar obter as respostas desejadas e esperadas pelo professor. Neste caso o erro e a conflitualidade cognitiva não são levados em conta, pois, os alunos devem chegar com o professor de uma forma natural aos mesmos resultados. Não existe problematização, o enfoque está nos resultados esperados e não na fundamentação teórica que questiona o porquê e o significado dos resultados obtidos. Este modelo incorre, por isso, num indutivismo extremo traduzindo-se em resultados negativos, “quer no que diz respeito à aquisição de conhecimento, quer em relação à compreensão da natureza da ciência, quer ainda à aprendizagem dos próprios processos da ciência.” (ALMEIDA, 2001, p. 53). Segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2002), este modelo de ensino ainda muito vigente, sobretudo no ensino básico (fundamental), é reforçado por livros de texto (manuais, apostilas) e muitos *softwares* educativos. Apesar destas críticas este modelo constitui um salto qualitativo no ensino das ciências, ao trazer para dentro da sala de aula o trabalho experimental e ao valorizar o papel do aluno.

- **Abordagens construtivistas**

Salientando alguma relação entre a teoria construtivista de aprendizagem e a abordagem construtivista de ensino, HODSON (1998) argumenta que “a teoria construtivista da aprendizagem não implica necessariamente uma abordagem construtivista de ensino” (HODSON, 1998, p. 34), dado que uma aprendizagem efetiva pode ocorrer independentemente do tipo de ensino, mas existem evidências que algumas estratégias de ensino, mais do que outras, podem potenciar este tipo de aprendizagem. Para este autor um número considerável de abordagens construtivistas têm sido desenvolvidas, mas aparte algumas diferenças podemos considerar que estas são caracterizadas por:

- identificar ideias e pontos de vista dos alunos;
- criar oportunidades para os alunos explorarem as suas ideias e testar a sua robustez na explicação de fenómenos, sendo responsável por eventos e pela elaboração de previsões;
- fornecer estímulos para os alunos a desenvolverem, modificarem e, quando necessário, mudarem suas ideias e pontos de vista;
- apoiar as suas tentativas de repensar e reconstruir suas ideias e pontos de vista. (HODSON, 1998, p. 34)

Para este autor há um conjunto de estratégias que os professores podem utilizar para atingir os objetivos atrás mencionados como, por exemplo, começar um tópico com uma

questão, enunciar um problema, conduzir uma demonstração, mostrar um vídeo, envolver os alunos numa atividade laboratorial ou numa visita de estudo. As interpretações e respostas dos alunos podem ser elicitadas de diferentes formas, incluindo um roteiro bem elaborado pelo professor, discussão em grupo, uso de trabalhos artísticos e atividades escritas de vários tipos (diagramas, mapas conceituais, etc.). De uma forma geral, o professor deve criar um ambiente em sala de aula que estimule os alunos a colocarem questões e serem apoiadas nestas tentativas, e por outro lado, assegurar que os alunos sabem o que é uma boa questão do ponto de vista científico, ou seja, uma questão que tenha significado para a sua aprendizagem. Desta forma existe um plano afetivo e um plano cognitivo que compete ao professor assegurar neste tipo de abordagem. Todavia, para este autor é importante, dado que para este a aprendizagem é em última instância um processo pessoal, que cada aluno tenha e aceite uma responsabilidade na sua aprendizagem. Os alunos precisam explorar as suas próprias ideias, fazer escolhas entre elas, justificar e testar diferentes ideias e avaliá-las por si mesmos, tanto em situações familiares como desconhecidas. Contudo, a implementação do construtivismo em sala de aula não tem sido fácil, por vezes, as planificações das aulas não contêm todos os elementos desta abordagem e chegam a contemplar elementos característicos de outras abordagens (BAVISKAR; HARTLE; WHITNEY, 2009). Em seguida passaremos a apresentar algumas abordagens ou modelos de ensino que se apresentam uma tônica na atividade cognitiva do sujeito e na construção de conhecimento.

Ensino para a mudança conceitual

Este modelo ou abordagem de ensino surge já nos anos oitenta, num quadro em que era necessário ir mais longe em termos didáticos e incorporar as mudanças no campo epistemológico (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Este modelo de ensino tem raízes epistemológicas racionalistas e apoia-se em perspectivas construtivistas da aprendizagem. O aluno é, por conseguinte, o sujeito responsável pela sua aprendizagem e cabe ao professor o papel de mediador, facilitador, adequando as estratégias de ensino às ideias prévias dos alunos, entretanto, diagnosticadas. Este modelo assenta, assim, na mudança das concepções alternativas dos alunos, existentes antes do ensino formal, ou aquelas que porventura se formem durante este, ou até, que tenham sido por ele reforçadas, para conhecimentos científicos organizados e, acima de tudo, aceites pelos alunos como mais plausíveis.

Segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2002, p. 155), estas concepções, dizem respeito a “representações pessoais, espontâneas e solidárias de uma estrutura e que podem ser ou não

partilhadas por um conjunto de alunos”, o termo alternativas, serve para destacar que as concepções “não têm o estatuto de conceitos científicos e que sendo essenciais à aprendizagem (de um dado aluno) decorrem essencialmente da experiência pessoal do aluno, da cultura e linguagem [...]”. Sabe-se hoje que estas concepções fazem parte do saber e são inerentes ao homem com um ser de capacidades limitadas, devendo o professor ter consciência delas para poder agir mais adequadamente sobre elas. Daí a necessidade de ter de se construir um contexto de aprendizagem específico, valorizando o aluno nas suas dificuldades pessoais, auxiliando-o a organizar a informação e a reorganizar o conhecimento. Tal como referido acima, as estratégias desenvolvidas, neste tipo de abordagem, pelo professor destinam-se a ajudar os alunos a modificarem as suas concepções alternativas, no sentido de compreenderem melhor os conteúdos em causa. Nesta abordagem há um recolocar da ênfase nos conteúdos, existindo hoje para as várias áreas científicas uma lista significativa de concepções alternativas relacionadas com determinados conteúdos como, por exemplo, calor, estrutura da matéria ou respiração. Por vezes, os alunos apresentam conceitos muito próximos dos científicos, considerados como adequados, bastando um pequeno esforço cognitivo para que estes consigam reorganizar seu conhecimento. Não chega a existir um verdadeiro conflito cognitivo, através de estratégias adequadas e sistemáticas dentro de um cenário de continuidade, o aluno com mais ou menos facilidade consegue construir os conceitos corretos, há apenas uma captura conceitual (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Todavia, existem situações em que o aluno apresenta concepções alternativas muito distantes dos conceitos científicos, neste caso surge a necessidade de um processo de troca conceitual, que requer situações didáticas mais complexas e difíceis de conseguir. Neste caso tenta-se que estas concepções alternativas não sejam uma barreira à aprendizagem, procurando que sejam os próprios alunos a reconhecerem as suas concepções como inadequadas às explicações que se torna necessário dar, caminhando num sentido de uma maior coerência argumentativa assente em conceitos científicos. De acordo com estes autores, os professores têm ao seu dispor três importantes instrumentos de trabalho que os podem ajudar, bem como aos seus alunos, na referida tarefa.

O primeiro instrumento é o mapa de conceitos, onde se representam hierarquicamente as relações mentais entre conceitos, facultando ao professor informações sobre a aprendizagem dos alunos, devendo ser usados em contexto de sala de aula, explorando a cooperação entre alunos.

O segundo instrumento consiste em utilizar elementos da História da Ciência, enfatizando as rupturas com visões anteriores, fazendo paralelismos cuidadosos com exemplos do conhecimento pré-científico, gerando insatisfação com as ideias prévias dos alunos. Neste caso há que ter a noção que o tempo de aprendizagem e de maturação das ideias é muito lento e quase sempre nada tem a ver com o tempo de ensino – “mais rápido, simplista e superficial” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002, p. 160).

O trabalho experimental é o terceiro instrumento que o professor pode utilizar com vista à mudança conceptual. Neste modelo de ensino, o trabalho experimental pode ajudar os alunos a compreenderem melhor o que está cientificamente errado nas suas ideias ao tornarem mais claro a contradição entre as suas previsões, baseadas nas concepções alternativas, e as observações por eles efetuadas. Em síntese pretende-se explicitar as concepções alternativas dos alunos; criar a necessidade, através da exploração, de um confronto com as concepções alternativas; discutir entre pares levando a um conflito cognitivo; fomentar a reflexão no sentido dos alunos evoluírem para explicações mais plausíveis e coerentes com os conhecimentos científicos e, por fim, gerar momentos de aplicação do conhecimento em novas situações. Em relação à abordagem por transmissão de conhecimentos e ao ensino por descoberta, podemos observar um avanço, pois o aluno é um sujeito cognitivamente ativo que amplia a sua estrutura cognitiva em função do confronto entre as suas ideias prévias e as científicas. O aluno é visto desta forma como um ser em construção através da sua autotransformação, sendo capaz de gerar a pretendida mudança conceitual. Porém, hoje é consensual considerar o seu impacto limitado, pois considera-se que há um excesso de valorização na aprendizagem de conceitos, desconsiderando-se outras finalidades educacionais, como valores e atitudes, assim como, não são tidos em conta os interesses e necessidades dos alunos. Desta forma muitas vezes os conceitos não aparecem relacionados e integrados (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Também, Bastos (2005), citando vários autores, entre os quais, Mortimer, discute as fraquezas deste modelo de ensino apontando que os indivíduos não têm uma única versão para um determinado conceito, apresentando um “perfil conceitual”, ou seja, “um conjunto de diferentes versões para um mesmo conceito, as quais não são necessariamente compatíveis entre si” (BASTOS, 2005, p. 21), podendo coexistir num mesmo indivíduo e serem recuperadas e usadas em diferentes situações. Desta forma, não há sempre necessidade de eliminar uma concepção prévia para que outra concepção se instale. Outra razão do

progressivo abandono deste modelo está relacionada com a formação inicial e continuada de professores que não acompanhou as necessárias mudanças que este novo modelo de ensino implicava, assim como, condições de trabalho e tempo que surgem como fatores determinantes para a aplicação de estratégias dentro desta abordagem de ensino.

Abordagem interativa

Dentro deste enfoque construtivista, também Abell, Appleton e Hanuscin (2010), apresentam duas abordagens de ensino originadas dentro desta visão, a abordagem interativa e o modelo dos 5 E's. A abordagem interativa, também denominada de “Abordagem por levantamento de questões”, está dividida em sete etapas que descreveremos muito sumariamente. A primeira etapa consiste na *preparação*. Após a seleção de um tema de ciência para a unidade, um elemento essencial da preparação envolve um esclarecimento dos professores acerca dos próprios entendimentos sobre o tema, a fim de identificar eventuais lacunas de conhecimento, e quaisquer equívocos que o professor possa conter. A preparação também implica pesquisar possíveis dúvidas dos alunos e, em seguida, montar recursos possíveis incluindo ideias de atividades de investigação. Esta deve também ter em conta prováveis equívocos dos estudantes sobre o tema, o que pode ser um guia útil para a seleção das atividades. A segunda etapa designa-se *exploração*. Depois de uma breve introdução verbal sobre o tema, idealmente complementada por imagens ou materiais reais, o professor estimula uma conversa com a classe para perceber o que os alunos já sabem. Esta etapa também oferece uma oportunidade para o professor explicar e/ou demonstrar todas as habilidades necessárias para a atividade. Os alunos serão em seguida envolvidos em uma atividade exploratória. A atividade exploratória deve ser escolhida com cuidado, uma vez que pode influenciar o tipo de perguntas que os alunos levantam.

Na terceira etapa, denominada *questões dos alunos*, estes após terem concluído a atividade exploratória são convidados a levantarem questões sobre o tema, para as quais eles gostariam de uma resposta. Deve-se enfatizar que suas perguntas devem ser aquelas que eles não sabem as respostas.

De seguida os alunos são envolvidos na etapa *possíveis respostas dos alunos e planeamento da investigação*. Este próximo passo tem duas seções relacionadas. Primeiro, os alunos são questionados sobre o que acham que pode ser a resposta a uma pergunta selecionada. Isto deve, inicialmente, ser feito individualmente, para em seguida, ser

compartilhado com todo o grupo. A segunda parte consiste num planeamento cooperativo, entre professor e alunos, de uma atividade de investigação para testar a resposta obtida pelo grupo. Sugere-se que, enquanto alunos e professores não estiverem familiarizados com esta abordagem, seja escolhida apenas uma pergunta.

Na quinta etapa, os alunos *realizam a atividade de investigação*. Nesta etapa os alunos devem ser capazes de progredir através da investigação com a supervisão normal de professor, aonde este irá fornecendo *feedback* sobre como eles estão evoluindo na busca de uma resposta para sua pergunta. Após a conclusão da investigação, os alunos devem ter conseguido testar a sua resposta à pergunta colocada inicialmente. Na sexta etapa, *resolução de problemas*, é colocado um problema adicional para estimular os alunos a utilizarem os conhecimentos recém-adquiridos durante as etapas anteriores para dar resposta a um novo problema dentro do tema inicialmente escolhido.

Na última etapa, *reflexão*, os alunos são agora convidados a refletir sobre os resultados de seu trabalho com o problema adicional e sobre as suas respostas provisórias às perguntas selecionadas. Nesta fase, eles devem ser encorajados a fazer julgamentos sobre a qualidade de suas respostas. Os alunos devem comunicar as suas conclusões usando uma ferramenta de comunicação. Este também é um momento em que o professor se envolve em avaliação sumativa, com base no relatório de aluno, e nas conversas realizadas com pequenos grupos de indivíduos. Note-se que a avaliação na forma de provas escritas, não faz parte deste modelo de ensino, nem deve ser. Nesta abordagem, os dados da avaliação dos procedimentos acima descritos, é muito mais confiável do que os dados dos testes escritos.

Modelo dos 5 E's

O modelo dos 5 E's, que tem sido largamente usado em algumas comunidades de ensino (ABELL, APPLETON E HANUSCIN, 2010), é apresentado como outra abordagem de ensino recentemente modificada, cujo nome advém das suas cinco etapas começarem todas pela letra E (na língua inglesa). No entanto, alguns educadores consideram este modelo como uma estratégia que pode ser aplicada numa só aula e noutras situações ele é sinónimo de ensino por investigação. As cinco etapas correspondem aos momentos de: *engajar, explorar, explicar, elaborar e avaliar* (evaluate).

Na etapa do engajamento, é introduzido o tema de aprendizagem, as tarefas e a capturar o interesse dos alunos. Ele também deve ajudar os alunos a fazer as ligações com o

tópico e com experiências de aprendizagem passadas. Poderia ser uma atividade laboratorial (por exemplo, fazer uma lâmpada usando uma lâmpada, fio e bateria), uma demonstração, uma questão-problema, etc.

Na etapa da exploração, os alunos devem-se envolver em uma série investigações práticas onde se vão familiarizar com os materiais associados, com o tema e conceitos. Deve ser fornecida ajuda e orientação apenas suficiente para guiar sua aprendizagem. Até a conclusão desta etapa, os alunos deverão trabalhar para obter uma compreensão do conceito (s) subjacente à situação de ciência apresentada.

Na terceira etapa explicar, a ênfase neste passo é para os alunos obter uma compreensão sobre o conceito (s) subjacente à ciência relacionada com a situação dada inicialmente. O papel do professor é ajudá-los a entender o que eles descobriram na etapa anterior, e relacioná-la com o que eles já sabem. Esta etapa deve incluir também oportunidade para os alunos compartilharem seus entendimentos.

Na etapa destinada à elaboração pretende-se que os alunos trabalhem mais profundamente no desenvolvimento da compreensão do conceito em estudo. Isso pode significar trabalhar em um novo problema que só pode ser resolvida através do seu novo conhecimento, ou pode significar o envolvimento em novas tarefas de investigações em que o conceito (s) é aplicado a novas situações. A interação com outros alunos é um importante aspecto desta etapa, ajudando-os a construir uma compreensão mais profunda ao ter que explicar e justificar suas ideias.

Na última etapa os estudantes irão agora avaliar a sua aprendizagem do conceito, na medida em que eles entendem as ideias, e o que ainda precisam trabalhar. Isso pode envolver de alguma forma de comunicação individual ou em grupo, mas deve incluir conversas com o professor onde um *feedback* significativo é fornecido sobre o processo de aprendizagem. Uma avaliação sumativa pode ocorrer neste momento.

Modelo de ensino por pesquisa

Este tipo de abordagem aparece num quadro de argumentos em que se pretende dar descontinuidade a visões simplistas anteriores de ensino, acentuando vertentes importantes para obter um aumento qualitativo da aprendizagem (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Desta forma, pretende-se introduzir a inter e a transdisciplinaridade com o objetivo de

compreender o mundo na sua globalidade e complexidade. De acordo com estes autores, defende-se uma transposição didática que valorize contextos de descoberta e não apenas contextos de justificação, como, por exemplo, no modelo de ensino por descoberta, em que havia um efeito de testagem ou de ênfase apenas nos produtos da ciência.

Neste modelo o enfoque está na corresponsabilização pessoal em encontrar metodologias de trabalho ativas no sentido de dar resposta a um problema reconhecido. Privilegiam-se os processos de trabalho inter-pares e de partilha com o intuito de se encontrarem novas visões e atitudes, preferencialmente mais abrangentes do que os próprios conceitos encerram em si. Os conteúdos científicos deixam de ser um fim em si mesmo, eles são necessários para a formulação e estudo dos problemas, contribuindo para uma visão mais estruturante e holística que explicita as múltiplas interações e interligações da Ciência. Neste modelo preconiza-se, igualmente, a utilização de situações-problema do cotidiano que permitirão a reflexão sobre os processos da ciência e da tecnologia, assim como, as inter-relações com a sociedade e o ambiente. Neste quadro surgem os movimentos CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) e CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Estes movimentos transdisciplinares procuram introduzir o aluno no seu contexto social dentro de um aspecto particular da ciência (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Bennett (2003) analisa este movimento baseado no contexto designando-o como abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade). Para esta autora, esta abordagem/movimento surge nos anos 90 com o propósito de mostrar aos alunos a relação entre a ciência que eles estudam na sala de aula e o seu cotidiano. Pretende-se tornar as aulas mais interessantes e motivadoras para os alunos, com o objetivo de baixar o nível de insucesso dos alunos na área de ciências. De acordo com estes princípios, foram elaborados currículos e criados materiais, em que de uma forma geral o foco é o contexto e as aplicações do conteúdo científico a estudar, substituindo-se assim formas convencionais de apresentá-lo. Uma das críticas a estas abordagens diz respeito à excessiva ênfase, dada em alguns currículos, ao contexto e às suas aplicações tornando-se difícil oferecer ao aluno uma visão integrada da ciência e dos conceitos científicos. Todavia, também é reconhecido que estas abordagens levaram à criação de materiais que proporcionam um ensino mais centrado nos alunos, pois estes permitem uma participação mais ativa na sua aprendizagem. A utilização de atividades em sala de aula onde é concedida uma maior autonomia aos alunos na direção da atividade, no ritmo e na organização desta é característico deste tipo de abordagens (CTS e

CTSA) e evidencia uma sobreposição com teorias de aprendizagem com ênfase em estratégias de envolvimento dos alunos na sua própria aprendizagem (BENNETT, 2003).

Para Cachapuz, Praia e Jorge (2002), neste modelo de ensino privilegia-se um pluralismo metodológico que contempla a utilização de várias atividades de desenvolvimento: trabalho experimental e trabalho de campo; leituras de biografias de cientistas ou da história de uma descoberta científica, que podem ou não ser seguidas de debate; outro tipo de debates sobre situações eticamente controversas; uso de demonstrações para problematizar situações; utilização das TIC para procurar, organizar e selecionar informação, testar ideias mediante a simulação de experiências, trocar informações e ideias em diversas fases da realização dos trabalhos, realizar debates em tempo real com alunos de outras escolas e países. Desta forma, cabe ao professor não só propor a realização de diversas atividades, mas também de organizar o ambiente e os processos de trabalho e, simultaneamente, de refletir sobre o que se vai fazendo, avaliando a todo o momento onde se está, o que falta fazer e, se necessário, mudar o rumo. Questionar o aluno e incluí-lo nesses processos de reflexão crítica, auxiliando-o nesses momentos. Isto exige uma grande segurança do professor a todos os níveis, científico, pedagógico, relacional bem mais exigente do que as necessárias em outros modelos anteriormente discutidos.

Ao analisar as abordagens apresentadas é possível verificar que as diferentes classificações não têm limites totalmente fixos e que as abordagens teóricas não constituem referenciais totalmente puros e fechados, sem pontos de interligação. Os trabalhos referidos anteriormente têm objetivos diferentes e, conseqüentemente, produziram classificações diferentes. Dentro desta linha de pensamento encontramos na literatura alguns trabalhos que analisam a relação entre a abordagem de ensino dos professores e a utilização de TIC. Esta perspectiva é considerada importante para o âmbito deste trabalho dado que uma grande maioria das visualizações utilizadas atualmente em sala de aula estão incorporadas atualmente em tecnologia.

4.3 Abordagens de ensino e a utilização das TIC

Para Cox et al. (2003), não está ainda claro a partir da pesquisa se a tecnologia tem sido usada para reforçar abordagens de ensino existentes, ou como um "parceiro" (COX et al. 2003, p.3) para mudar a forma como os professores e os alunos interagem uns com os outros e

com as tarefas. Os professores precisam de amplo conhecimento sobre as TIC para serem capazes de selecionar os recursos mais adequados. Eles também precisam entender como incorporar o uso das TIC nas suas aulas, pois eles podem precisar desenvolver novas pedagogias para atingir este objetivo. Para estes autores as práticas pedagógicas dos professores que utilizam as TIC podem variar de apenas pequenas melhorias de práticas que utilizam essencialmente os métodos tradicionais, a mudanças fundamentais na sua abordagem ao ensino. Por exemplo, alguns professores utilizam uma lousa interativa para apresentar conteúdos e ideias de forma tradicional, enquanto outros professores têm permitido o uso deste recurso para os alunos apresentarem os próprios trabalhos e envolver a classe numa discussão. Neste trabalho, Cox et al. (2003) sugerem que o uso mais eficaz das TIC é aquele em que o professor e o software podem desafiar a compreensão e a reflexão dos alunos, tanto através de discussões com toda a turma como através de trabalho individual. Se o professor tem as habilidades para organizar e estimular uma atividade baseada nas TIC, qualquer forma de trabalho pode ser igualmente eficaz.

Desta forma, o impacto destes recursos será reduzido se o professor não conseguir perceber que o uso da interatividade requer uma mudança na pedagogia, no currículo e no planeamento das aulas. Sendo que alguns professores se limitam a reorganizar a transmissão do currículo, porém outros usam estes recursos para melhorar as suas práticas utilizando estratégias mais proativas e responsivas de forma a suportar e facilitar aprendizagens mais efetivas. Ainda de acordo com Cox et al. (2003, p.9), a "conceitualização" de pedagogia de pesquisadores e académicos mudou em conjunto com os recentes desenvolvimentos na nossa compreensão da cognição e meta-cognição, por isso, sugerem que a evolução no domínio das TIC pode proporcionar diferentes oportunidades de aprendizagem, e desta forma uma necessidade para projetar uma nova "pedagogia integrada" (COX et al., 2003, p.9). McLoughlin e Oliver (1999 apud COX et al., 2003), definem funções pedagógicas para os professores numa sala de aula apoiada na tecnologia como, a inclusão de tarefas conjuntas, papéis rotativos, promoverem a autogestão dos alunos, suportarem a meta-cognição e fomentarem múltiplas perspectivas. Uma suposição aqui é que o uso das TIC está mudando os papéis pedagógicos dos professores, e uma convincente justificativa para o uso destes recursos está nas potencialidades para modificarem o processo de ensino-aprendizagem. Estes autores mencionam que é no ensino das ciências que se tem verificado a utilização mais extensiva destes recursos, nomeadamente o uso de simulações e *software* de modelagem. Após uma extensa revisão da literatura e análise dos estudos realizados no âmbito deste

relatório, os autores concluem que aparentemente existem três abordagens utilizadas pelos professores em relação ao uso das TIC:

- Abordagem integrada: o uso das TIC é utilizada dentro de um tópico para reforçar determinados conceitos e habilidades e melhorar a aprendizagem dos alunos. Isto envolve uma análise criteriosa e ponderada do currículo, selecionando o recurso TIC adequado, que irá contribuir para as metas e objetivos do currículo e plano de trabalho, e depois integrar esse recurso nas aulas relevantes.
- Abordagem de valorização: o uso de um recurso TIC irá melhorar o tópico existente através de algum aspecto das lições e tarefas. Por exemplo, usando uma lousa eletrônica para apresentar a teoria sobre um tópico. Nesta abordagem, o professor pretende complementar a lição com um método inovador de apresentação para promover a discussão e a visualização de problemas.
- Abordagem complementar: usando um recurso TIC para fortalecer a aprendizagem dos alunos, por exemplo, permitindo-lhes melhorar o seu trabalho de classe, tomando notas no computador, ou através do envio de lição de casa por e-mail para o professor a partir de casa, ou pelo processamento de sua lição de casa usando um software. Cox et al. (2003, p.34).

Segundo esses autores, as três abordagens podem melhorar a aprendizagem, mas os efeitos podem ser diferentes. Na abordagem integrada, a aprendizagem dos alunos é reforçada porque é dada uma percepção mais profunda do assunto que está sendo estudado e que eles podem confrontar isso com conhecimentos prévios. Por outras palavras os professores podem mudar a ciência que eles ensinam.

Na abordagem de valorização, a aprendizagem dos alunos é melhorada porque são usadas novas formas de apresentação de conhecimento e são promovidos debates entre os alunos, incentivando-os a formular suas próprias explicações. Com essa abordagem, os professores podem mudar a forma como eles ensinam ciência.

Na abordagem complementar, ferramentas TIC são usadas para reduzir aspectos mundanos e repetitivos de tarefas como escrever ensaios e trabalhos de casa com a mão, liberando o aluno para se concentrar em tarefas mais desafiadoras e focar-se no assunto. As escolhas dos professores serão afetadas por um grande número de fatores que vão desde: seu

próprio conhecimento sobre o assunto, o conhecimento sobre as TIC e o acesso a ferramentas de TIC.

Neste estudo, salienta-se igualmente que foi verificada alguma relação entre a visão dos professores em relação à aprendizagem e a escolha por estas abordagens. Professores com uma visão construtivista individual da aprendizagem, provavelmente optarão por abordagem integrada, enquanto que professores com uma visão construtivista social optarão por uma abordagem de valorização, tentando envolver os alunos numa discussão conjunta com os restantes colegas e professor. Os autores mencionam, ainda, que existem evidências de um aumento do número de professores que utiliza estes recursos de uma forma inovadora, ou seja, adotando visões mais construtivistas da aprendizagem, nomeadamente nas ciências aonde estes recursos são muitas vezes utilizados para resolver problemas ou em tarefas de investigação. Porém, por vezes, é difícil caracterizar o tipo de abordagem utilizada pelos professores dado que esta pode variar ao longo do tempo por vários motivos, adaptação ao tipo de alunos, tipo de conteúdo a lecionar, condições da escola etc. Muitas vezes, o ideário pedagógico de alguns professores não segue nenhuma das abordagens, e são classificados como de tendência indefinida dentre as demais abordagens (MIZUKAMI, 1986).

No que diz respeito a estudos acerca das abordagens utilizadas pelos professores com recursos visuais, estes são ainda escassos, apresentando-se de seguida os que conseguimos encontrar, na área das TIC e que foram considerados pertinentes.

4.4 Estudos sobre abordagens com o uso de recursos visuais

Hennessey, Deaney e Ruthven (2006) apresentam um estudo (já referido anteriormente) que explora as estratégias pedagógicas dos professores para o uso de simulações multimídia no ensino médio de ciências. Para estes autores, a integração destes recursos pelos professores na sala de aula é feita de diversas formas, de acordo com diversas abordagens pedagógicas e estilos comunicacionais. Apresentam dois estudos de caso, em que se verificam duas abordagens distintas. Um professor usa a simulação como um estímulo visual para uma discussão com todos os alunos, promovendo o engajamento destes e suportando uma comunicação dialógica que os levará a uma elaboração individual de significados. Esta prática poderá ser descrita como uma comunidade de pesquisa envolvida numa discussão sobre ciência. O outro professor promove o uso individual da simulação por cada aluno suportado

por um roteiro. As interações do professor e o roteiro servem essencialmente para manter os alunos focados na tarefa do roteiro. As interações do professor tendem a ser breves e são autoritariamente usadas para explicar os conceitos subjacentes às visualizações dos alunos, em vez de fomentar a construção pessoal de conceitos. Desta forma, os autores encontraram um professor que adota uma abordagem de carácter construtivista e um professor que utiliza uma abordagem mais tradicional.

Num segundo estudo (HENNESSY et al., 2007) foram observados quinze professores que participaram em dois projectos distintos. Porém, em ambos os projectos os professores utilizaram simulações multimídia, softwares de medição e registro de dados e lousas interativas. Neste estudo pretendeu-se estudar as abordagens pedagógicas utilizadas pelos professores para integrar tecnologia no ensino de ciências. Todos os professores foram entrevistados para exporem as suas escolhas pedagógicas acerca do uso destes recursos. Os autores concluem que os resultados sugerem que os professores estão a explorar o uso de tecnologias para encorajar os alunos a envolverem-se em atividades exploratórias - *‘What If’* - para além do uso de atividades de laboratório. O uso destas ferramentas poderá servir de suporte tanto a experimentos mentais como a experimentos empíricos promovendo o raciocínio científico. Todavia, mencionam que se não for gerado um conflito cognitivo, este tipo de recursos servirá apenas revelar ou reforçar concepções alternativas dos alunos. Desta forma, referem que o papel do professor é essencial:

[...] seleccionando os recursos apropriados, estruturando e sequenciando atividades de aprendizagem, adaptando às necessidades particulares dos alunos, guiando a atividade dos alunos, promovendo o aparecimento de hipóteses, predições e de pensamento crítico acerca dos resultados [...] (HENNESSY et al., 2007, p. 149)

Ao longo do estudo, os autores referem que os professores participantes integraram cuidadosamente estes recursos tecnológicos com outras atividades práticas de forma a suportar uma construção de conhecimento sequencial, sua consolidação e aplicação. No entanto, não há referências claras a que tipo de formação foram expostos estes professores para utilizarem estes recursos, salientando-se que o objetivo do estudo era, como já referido, investigar como os conhecimentos pedagógicos de professores experientes de ciências são usados quando são introduzidas tecnologias educacionais.

Num estudo conduzido por Robblee et al. (2000), também já mencionado anteriormente, os autores apresentam um estudo de caso múltiplo, em que são avaliadas as

abordagens de ensino utilizadas pelos professores com o uso de um software de modelagem e a relação com as suas crenças. Neste estudo, os pesquisadores encontram dois professores que nitidamente utilizam abordagens construtivistas, enquanto os outros dois adotam modelos mais tradicionais, baseados na exposição e transmissão de conceitos.

Em Webb (2010) a autora apresenta uma extensa reflexão sobre a aprendizagem mediada pela tecnologia, dedicando uma parte do trabalho às abordagens pedagógicas dos professores com tecnologia. Para esta autora, não há dúvidas que a aprendizagem com TIC é substancialmente promovida quando as atividades são desenhadas para permitir o trabalho colaborativo apoiado/orientado pelo professor ou por roteiros cuidadosamente elaborados. Porém, segundo vários estudos mencionados pela autora, verifica-se que o uso das tecnologias para efeitos demonstrativos, ainda, persiste, apesar de os professores perceberem de uma forma geral, que as potencialidades destes recursos são vastas. Muitos professores percebem que as simulações e as animações são meios que permitem aos alunos visualizarem processos submicroscópicos e que a sua exploração em grupo é muito útil. No entanto, por diversos motivos mencionados pelos professores (logísticos, pressão para cumprir currículos, etc.) acabam por não conseguir conciliar as suas concepções acerca do valor educacional destes recursos e a sua prática. Todavia, para esta autora estes não são os únicos fatores que afetam o uso destes recursos, os desafios pedagógicos, as mudanças no papel dos professores e dos alunos, serão outros aspectos que afetam o uso das tecnologias.

Também, Osborne e Hennessy (2003) na sua revisão da literatura, salientam que estas ferramentas, especialmente ambientes virtuais podem fornecer uma alternativa para o trabalho prático em algumas situações, mas que os professores e alunos por vezes não as entendem como substituto para outras atividades. É quando as ferramentas TIC são integradas e equilibradas com outras atividades de ensino e de aprendizagem que elas proporcionam os maiores benefícios. Ao invés de usar esses recursos de forma isolada, devem ser feitas ligações explícitas entre modelos computacionais teóricos e a realidade, antes, durante e depois das aulas baseada em computador. Além disso, de acordo com este estudo, muitos professores utilizam as TIC, depois de passar várias aulas introduzindo e discutindo algum tópico. Alguns utilizam tecnologia multimídia, apenas quando esta valoriza significativamente a atividade e algumas experiências laboratoriais mais simples, pelo menos, devem ser feitas de uma forma convencional. Outros preferem realizar primeiro, manualmente, todas as atividades práticas possíveis com posterior utilização das TIC. Além disso, o *software* pode

ser utilizado para efetuar experiências virtuais para fins de previsão e planejamento antes do trabalho prático (Walker, 2002 apud OSBORNE; HENNESSY, 2003). Em ambos os casos, os professores precisam desenvolver uma abordagem equilibrada entre o trabalho prático e métodos computacionais e a complexidade dessa relação é um grande desafio para a educação.

SÍNTESE

Na literatura educacional é possível encontrar uma vasta gama de modelos ou abordagens de ensino que consistem numa sequência de estratégias de ensino, técnicas, e rotinas destinadas a proporcionar uma aprendizagem em várias aulas, na maioria das vezes durante uma unidade de ensino, centrada em torno de um tema de ciência (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010). Sendo assim, encontram-se abordagens cuja ênfase se situa na transmissão de conhecimentos, ou seja, centradas no professor e em que o aluno tem um papel passivo na sua aprendizagem. Este tipo de abordagem é normalmente designada por abordagem tradicional (MIZUKAMI, 1986). Para dar resposta a uma série de dificuldades que esta abordagem apresenta para a aprendizagem dos alunos, surge em meados dos anos 70, um modelo de ensino por descoberta. Este modelo representa um desvio positivo ao modelo tradicional, dado que o aluno já ocupa um papel mais ativo na sua aprendizagem (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). Contudo, a aprendizagem é efetuada principalmente pela via sensorial, a construção das ideias é feita a partir dos fatos dados pelo professor ou obtidos pela observação. Com o desenvolvimento da psicologia cognitiva e das teorias da aprendizagem outras abordagens de ensino se têm desenvolvido. Destas destacamos as abordagens construtivistas de ensino, que segundo Hodson (1998) apresentam alguma relação com as teorias construtivistas da aprendizagem que preconizam que esta acontece quando as pessoas constroem significados a partir das experiências vividas ao invés de adquirirem conhecimento de outras fontes (BENNETT, 2003). Para Hodson (1998) as várias abordagens desenvolvidas a partir desta visão da aprendizagem apresentam várias características comuns centradas no aluno que aqui tem um papel ativo na sua aprendizagem.

A utilização frequente de recursos TIC na aprendizagem tem merecido um destaque apreciável na literatura educacional. Desta forma, surgem vários estudos que sugerem que a utilização destes recursos será mais eficaz em abordagens de ensino de base construtivista (COX et al., 2003; WEBB, 2010). Sendo assim, preconiza-se o uso visualizações, tais como, simulações e softwares de modelagem molecular num contexto em que se procura desafiar a

compreensão e a reflexão dos alunos, tanto através de discussões com toda a turma como através de trabalho individual.

5. FORMAÇÃO DE PROFESSORES: A FORMAÇÃO CONTINUADA

De uma forma geral, falar de formação de professores engloba uma discussão alargada sobre vários tipos de formação, a inicial, a continuada (contínua em Portugal) e a especializada, que assentam em teorias, modelos, pesquisas empíricas sobre a formação, legislação, práticas dos professores e das instituições (PONTE, 1998). Segundo este autor, há que acrescentar a esta teia de relações o fato de a formação de professores ser um campo de luta ideológica e política, em que diversos grupos com interesses na educação manifestam a sua posição, onde todos têm algo a dizer, mas onde pouco se avança.

Neste trabalho, será focalizada apenas a formação continuada que tradicionalmente é associada a iniciativas de renovação pedagógica, ou seja, atualização da formação anteriormente recebida. Todavia, também encontramos na literatura associações entre formação continuada e desenvolvimento profissional, muitas vezes apresentados como sinônimos, o que, segundo Ponte (1998), incorre em erro e convém explicitar as suas diferenças. Para este autor, o desenvolvimento profissional passa pela ideia de uma aprendizagem ao longo da carreira, ou seja, algo que nunca se completa, enquanto formação é algo finito no tempo, que normalmente se apresenta sob a forma de curso ou programa de formação. Nestes cursos dá-se prioridade a assuntos ou disciplinas, havendo normalmente uma transmissão de conhecimentos ou informações do formador para o professor, enquanto no desenvolvimento profissional valorizam-se, também, aspectos cognitivos, afetivos e relacionais, priorizando-se as potencialidades do professor. Aqui o professor é o responsável pelos temas que quer abordar, pelos projetos em que se pretende envolver, assim como, as formas de executá-los. O professor é visto como sujeito da formação e não como objeto. Sendo assim, aumenta-se a possibilidade de a teoria se interligar com a prática, permitindo ao professor ir ao encontro dos interesses e necessidades dos alunos. No entanto, não há qualquer incompatibilidade entre as lógicas da formação e do desenvolvimento profissional, qualquer professor pode desenvolver-se profissionalmente enquanto participa em cursos de formação por ele selecionados para atender aos seus objetivos e necessidades (DAY, 2001; FORMOSINHO, 2009; PONTE, 1998).

A formação continuada e desenvolvimento profissional são perspectivas diferentes sobre a mesma realidade, que é a educação permanente dos professores, associando-se a formação contínua a um processo de ensino/formação e considerando-se o desenvolvimento

profissional mais como um processo de aprendizagem/crescimento (FORMOSINHO, 2009). Segundo Day (2001), a contribuição da formação continuada para o desenvolvimento profissional dos professores vai depender das características dos cursos. Se estes não se limitarem a uma transmissão de conhecimentos, muitas vezes sem qualquer ligação com a realidade do professor (SILVA, 2002), poderão representar oportunidades de evolução na aprendizagem dos professores e efetivamente contribuir para o desenvolvimento de práticas inovadoras, mais eficazes na aprendizagem dos alunos. Porém, este cenário nem sempre acontece, há um consenso em relação ao insucesso destes cursos de formação, tendo em conta as elevadas ofertas disponíveis (DAY, 2001; SILVA, 2002). Sendo assim, preconiza-se uma mudança da lógica destes cursos de formação, normalmente de curta duração e condensados no tempo (FLORES et al., 2009), para formações mais prolongadas relacionadas, com o contexto do professor e, cujo enfoque seja a aquisição de competências pedagógicas, em vez de se centrar em capacidades técnicas, como tem acontecido até agora (NRC, 1996).

Na realidade, já em 1996, o *National Research Council* dos EUA (NRC, 1996), no seu relatório, apelava para uma mudança na formação dos professores no sentido de estes conseguirem alinhar o seu ensino às novas visões acerca da natureza e das funções da Ciência na sociedade. Não esquecendo, ainda, que os conteúdos da Ciência estão continuamente a aumentar e a mudar, isto implica que, ao longo do seu desenvolvimento profissional os professores devem aprender Ciência, aprender a ensinar Ciência e aprender a aprender. O aprender Ciência destina-se a acautelar que estes, através de processos investigativos, adquiram um conhecimento atualizado dos conteúdos da Ciência; no aprender a ensinar Ciência pretende-se que os professores se envolvam em atividades que lhes permitam contatar com novas abordagens e estratégias no sentido de torná-los mais competentes a integrar seu conhecimento dos conteúdos, do currículo, da aprendizagem, do ensino e dos alunos nas suas práticas. Por fim, no aprender a aprender, promove-se o papel do professor como aprendiz. Sendo a principal função de um professor promover a aprendizagem de seus alunos, é essencial que este seja um aluno dedicado e que se envolva nas suas aprendizagens, quer estas se situem ao nível de conteúdos, quer ao nível pedagógico.

Apesar das recomendações atrás mencionadas, ainda hoje, verificamos a existência de cursos de formação que não se enquadram nesta perspectiva e, por consequência, dificilmente contribuem para o desenvolvimento profissional do professor. Neste âmbito, surgem algumas discussões em torno dos aspectos que são abordados em formações. Vários autores

(FEIMAN-NEMSER, 1990; FREIRE, 2004) classificam algumas formações de acordo com as orientações conceituais que estas enfatizam. Desta forma, temos formações que seguem uma orientação acadêmica, privilegiando a aquisição de conteúdos pelo professor; formações de orientação prática, que abordam as situações de sala de aula, que podem ou não introduzir os professores em novas práticas (FREIRE, 2004); formações de orientação técnica em que através de um processo de treino, se pressupõe a aquisição de competências para um ensino eficaz; formação de orientação pessoal, vocacionada para o desenvolvimento pessoal e cognitivo do indivíduo e, por fim, formação de orientação social, cujo objetivo é promover o professor a agente de mudanças necessárias para construção de uma sociedade mais justa, humana e democrática. Relativamente aos modelos de formação continuada, também, Nóvoa (2002) nos apresenta dois modelos:

- *estruturantes* (tradicional; comportamentalista; universitário e escolar), organizados a partir de uma lógica de racionalidade científica e técnica, e aplicados aos diversos grupos de professores;
- *construtivistas* (personalista, investigativo, contratual, interativo-reflexivo), que tem como base uma reflexão contextualizada para a montagem de dispositivos de formação continuada, no quadro de uma regulamentação permanente das práticas e dos processos de trabalho.

Como se pode verificar, os professores têm à sua disposição um leque variado de formações que, de acordo com as orientações envolvidas, podem ajudá-los a superar alguns desafios da sua profissão. Um dos desafios diz respeito à implementação de novas reformas curriculares (DAY, 2001; FREIRE, 2004). Este ato reveste-se, muitas vezes, da necessidade de apetrechar os professores com conhecimentos e competências para que se sintam receptivos e confiantes no momento de transpor estas mudanças para a sala de aula. Outro desafio situa-se no plano individual e diz respeito à atualização regular do professor, que pode ser satisfeita através da participação nestes cursos de formação (DAY, 2001). Um terceiro desafio está relacionado à necessidade de o professor precisar atenuar lacunas da formação inicial. Apesar de se pretender, em muitos cursos de formação inicial, dotar o professor do máximo de conhecimentos e competências para o desempenho da sua profissão, a verdade é que este não deixa de ser o primeiro passo de um longo processo formativo (FLORES, 2003). Sendo assim, os curso de formação podem ser momentos para colmatar algumas carências iniciais, ou para simplesmente discutir e aprofundar questões que só surgem com a prática e,

por conseguinte, só durante o exercício da função docente é que faz sentido discuti-las (ACEVEDO-DÍAZ, 2001).

Em relação à estruturação de uma formação, o formador pode seguir várias estratégias (CHARLIER, 2001):

- *Explicitação e confrontação de práticas profissionais.* As estratégias a aplicar na sala de aula são construídas num trabalho colaborativo com outros colegas. Este contexto permite-lhes conhecer outras práticas e partilhar experiências.
- *A ligação entre o objeto de formação e a prática profissional.* Os professores são estimulados a construir, a partir do seu saber prático, recursos para utilizarem com os seus alunos.
- *A explicitação das aprendizagens realizadas em cursos de formação.* Nesta estratégia pretende-se ajudar os professores a recuperarem aprendizagens realizadas, os formadores relembram-nos constantemente dos objetivos da formação. Esta estratégia, conduz a uma reflexão dos professores acerca de suas teorias pessoais e das suas práticas e possibilita que os formadores regulem o processo de formação.
- *Alternância formação/prática.* Os professores têm a possibilidade de utilizarem na sua prática os trabalhos que realizaram no decorrer da ação. Após este momento, regressam à formação para repensar ou construir atividades.
- *Os formadores combinam vários papéis.* Com o propósito de ajudar os professores a adquirir novos conhecimentos, o formador assume o papel de analista, facilitador e referência, adicionando assim novos conhecimentos para que o trabalho possa continuar.

Em relação aos papéis possíveis do formador e do formando durante a formação, podemos encontrar dois tipos de formação (MARQUES, 2004). A formação generativa e formação diretiva. Na primeira, o formando tem um papel mais ativo, cabendo a este definir os pontos de interesse, planejar e executar atividades, desenvolver uma reflexão autónoma sobre a prática e ampliar os novos conhecimentos aos contextos de sala de aula. Formando e formador partilham a aprendizagem, tornado-a mais significativa para ambos. Na segunda, é o formador que tem um papel mais ativo, sendo responsável pela escolha dos materiais e por dirigir a ação. Neste caso, o formador, durante a ação, dirige a atenção dos formandos para

tópicos concretos, encoraja a revisão de conhecimentos importantes, apresenta a informação, revê o trabalho e fornece orientações para a transposição dos conhecimentos.

Neste ponto, cabe aqui ressaltar que apesar de algumas semelhanças de fundo entre o contexto português e o contexto brasileiro, existem algumas diferenças entre os dois países no que diz respeito à utilização de cursos de formação continuada, à sua evolução, legislação e à natureza das entidades que os promovem.

5.1 Formação continuada no Brasil

No Brasil, a modalidade de formação continuada, geralmente, é oferecida pela universidade, por meio de cursos de aperfeiçoamento e de Pós-Graduação (*lato sensu* e *stricto sensu*). Outras possibilidades de atualização podem ser obtidas através da participação do professor em simpósios, congressos, seminários e cursos oferecidos pelas próprias secretarias de educação, presencialmente ou à distância.

De acordo com Prada (1997), no Brasil, as designações utilizadas para nomear os programas de formação continuada de professores baseiam-se na concepção filosófica que orienta o processo, recebendo também influências da região do país e instituições envolvidas, entre outros fatores. O autor apresenta algumas das diferentes expressões que são mais utilizadas na denominação dos programas de formação e que nos ajudam a entender a sua concepção:

Tabela 5.1 – Expressões utilizadas para programas de formação de docentes.

Expressões	Propósitos
Aperfeiçoamento	Implica tornar os professores perfeitos. Está associado à maioria dos outros termos.
Aprimoramento	Melhorar a qualidade do conhecimento dos professores.
Aprofundamento	Tornar mais profundo alguns dos conhecimentos que os professores já têm.
Atualização	Ação similar à do jornalismo; informar aos professores para manter nas atualidades dos acontecimentos.
Capacitação	Proporcionar determinada capacidade a ser adquirida pelos professores, mediante um curso; concepção mecanicista que considera os docentes incapacitados.
Compensação	Suprir algo que falta. Atividades que pretendem subsidiar conhecimentos que faltaram na formação anterior.
Desenvolvimento Profissional	Cursos de curta duração que procuram a “eficiência” do professor.
Especialização	É a realização de um curso superior sobre um tema específico.
Formação Continuada	Alcançar níveis mais elevados na educação formal ou aprofundar como continuidade dos conhecimentos que os professores já possuem.
Formação Permanente	Realizada constantemente, visa à formação geral da pessoa sem se preocupar apenas com os níveis da educação formal.
Profissionalização	Tornar profissional. Conseguir, para quem não tem, um título ou diploma.
Qualificação	Não implica a ausência de capacidade, mas continua sendo mecanicista, pois visa melhorar apenas algumas qualidades já existentes.
Reciclagem	Termo próprio de processos industriais e, usualmente, referente à recuperação do lixo.
Re-treinamento	Voltar a treinar o que já havia sido treinado.
Treinamento	Adquirir habilidades por repetição, utilizado para manipulação de máquinas em processos industriais, no caso dos professores, estes interagem com pessoas.
Superação	Subir a outros patamares ou níveis, por exemplo, de titulação universitária ou pós-graduação

Como se pode observar, os professores brasileiros têm à sua disposição uma enorme variedade de cursos de formação continuada, que refletem majoritariamente modelos tradicionais de ensino de professores com foco na aquisição de conteúdos e técnicas. Contudo, à semelhança de outros países, no Brasil, tem-se reagido à forma clássica de formação e tem-se buscado, por meio de reflexões e pesquisas, construir outra concepção de formação continuada (CANDAU, 1996). Na busca da construção do caminho dessa nova concepção, a mesma autora destaca três ideias-chave que sintetizam os principais eixos de investimento em formação continuada, que estão conquistando adeptos entre os profissionais da educação; elas são:

- 1) a escola é o lugar privilegiado, onde deve ocorrer a formação, os conflitos e dificuldades enfrentadas nos atos pedagógicos pelos docentes devem ser identificados e solucionados por estes, num contexto de socialização com os pares;
- 2) todo processo de formação continuada tem que ter como referência fundamental o saber docente, o reconhecimento e a valorização do saber docente;
- 3) os cursos de formação não podem ser padronizados e homogêneos, há que se ter em conta, para o adequado desenvolvimento da formação continuada, as diferentes etapas do desenvolvimento profissional do professor, considerando que as necessidades e os problemas dos docentes em fase inicial são diferentes daqueles dos que possuem mais tempo de experiência ou dos que estão no final de carreira.

Defende-se, hoje, que a escola deve ser concebida como lugar de produção do conhecimento pedagógico. Desta forma, a prática do professor de Ciências deve ser encarada como um conjunto de ações que se baseiam em saberes válidos e que precisam ser considerados nos programas de formação continuada (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993). Isto implica uma modificação na estrutura dos cursos universitários que se apoiam no modelo da racionalidade técnica, para se colocarem ao lado dos professores e os encararem como construtores de sua prática (ROSA; SCHNETZLER, 2003). Desta forma, segundo estas autoras, é necessário repensar os programas de formação continuada sob o prisma da racionalidade prática, superando o hiato entre teoria e prática para fundamentar ações pedagógicas produzidas a partir de saberes tácitos dos professores. Neste novo modelo, preconiza-se a reflexão, redimensionando as ações, permitindo o esclarecimento e o desenvolvimento dos professores como profissionais. Segundo Maldaner (1997; 2000), será

na interação entre a academia, professores e escolas que poderão emergir programas de formação continuada relevantes para o desenvolvimento dos professores:

Os processos de formação continuada já testados e que podem dar respostas positivas têm algumas características relevantes: os grupos de professores que decidem “tomar nas próprias mãos” o tipo de aula e o conteúdo que irão ensinar, tendo a orientação maior – parâmetros curriculares por exemplo –, como referência e não como fim; a prevalência dos coletivos organizados sobre indivíduos isolados como forma de ação; a interação com professores universitários, envolvidos e comprometidos com a formação de novos professores; o compromisso das escolas com a formação continuada de seus professores e com a formação de novos professores compartilhando seus espaços e conquistas [...] (MALDANER, 2000, p. 25)

Nesta nova visão, destaca-se a ideia da introdução dos professores em processos de pesquisa-ação de sua própria prática pedagógica (ROSA; SCHNETZLER, 2003). Elliot (1998 apud ROSA; SCHNETZLER, 2003) defende que esta colaboração e negociação de professores da escola básica e universitários, que se tornou conhecida por investigação-ação, terá de assentar em uma interação entre os dois tipos de professores e dirigir-se no contexto de aprendizagem de ambos. Cabe ao professor universitário elaborar uma forma de pesquisa colaborativa que seja transformadora da prática curricular e que, simultaneamente, favoreça o desenvolvimento do professor no que se refere à transformação de sua prática. Neste espaço de aprendizagem mútua, deve-se evitar a criação de uma tensão entre professor universitário e professor da escola básica, sob o risco da formação ser completamente infrutífera.

Esta nova epistemologia para a formação continuada assenta no pressuposto de que não é possível ensinar o pensamento prático, desta forma, o professor universitário assume a figura do supervisor ou tutor universitário com uma importância vital. Embora seja atribuída a responsabilidade pela formação prática e teórica do professor este, no entanto, deve ser capaz de atuar e refletir sobre sua própria ação como formador (PÉREZ- GÓMEZ, 1992), o que constituirá uma prática de segunda ordem. Para Maldaner (1997), a criação de um grupo de pesquisa na escola, numa perspectiva de colaboração, necessita da existência de algumas condições iniciais:

- I) que haja professores disponíveis e motivados para iniciar um trabalho reflexivo conjunto e dispostos a conquistar o tempo e local adequados para fazê-lo;
- II) que a produção científico-tecnológica se dê sobre a atividade dos professores, sobre as suas práticas e seu conhecimento na ação, sendo as teorias pedagógicas a referência e não o fim;
- III) que os meios e os fins sejam definidos e redefinidos constantemente no processo e de dentro do grupo;

- IV) que haja compromisso de cada membro com o grupo;
- V) que a pesquisa do professor sobre a sua atividade se torne, com o tempo, parte integrante de sua atividade profissional e se justifique primeiro para dentro do contexto da situação e, secundariamente, para outras esferas;
- VI) que se discuta o ensino, a aprendizagem, o ensinar e o aprender da ciência, ou outras áreas do conhecimento humano, que cabe à escola proporcionar aos alunos, sempre referenciados às teorias e concepções recomendadas pelos avanços da ciência pedagógica comprometida com os atores do processo escolar e não com as políticas educacionais exógenas;
- VII) que os professores universitários envolvidos tenham experiência com os problemas concretos das escolas e consigam atuar dentro do componente curricular objeto de mudança, que pode ser interdisciplinar ou de disciplina única. (MALDANER, 1997, p.11)

Face ao exposto, o desenvolvimento profissional de professores passará por uma associação entre ensino e pesquisa, envolvendo as pessoas, mostrando a necessidade de se tornarem solidárias às necessidades de outras. Neste processo o professor, também, é pesquisador da própria prática, o que constitui um enorme desvio a uma visão simplista da atividade docente em que se concebe que, para ensinar, basta conhecer o conteúdo e utilizar algumas técnicas pedagógicas. Conforme Nery e Maldaner (2009) verifica-se, atualmente, a emergência de projetos formação continuada (Projeto Folhas), em que se privilegia a colaboração e a interatividade entre professores da rede pública e técnicos ou professores convidados pelas Secretarias de Estado da Educação. Nestes projetos, pretende-se que os professores da rede pública pesquisem e aprimorem seus conhecimentos, rompendo assim com modelos assentes na racionalidade técnica.

No entanto, observa-se que na, realidade, nem sempre é isto que ocorre na formação continuada de professores no Brasil. Segundo Gatti (2008), ainda se verifica a implantação de programas de formação “padronizados e centralizados” (GATTI, 2008, p. 59), frequentados por professores que estão habituados a apresentar uma postura passiva diante da formação. Esta é uma concepção errônea da formação continuada, e “mantém o professor atrelado ao papel de ‘simples executor e aplicador de receitas’ que, na realidade, não dão conta de resolver os complexos problemas da prática pedagógica” (SCHNETZLER, 2000, p. 23). Portanto, estes cursos de formação continuada, da mesma forma que os cursos de formação inicial, vêm sendo considerados insatisfatórios (GATTI, 2008), desempenhando, aqui, a universidade, um papel importante para quebrar este ciclo de propagação de visões há muito ultrapassadas da Ciência e do ensino das Ciências (ROSA; SCHNETZLER, 2003).

Em termos de legislação, a formação continuada no Brasil aparece enquadrada na Lei de Bases da Educação Nacional nº 9.394 de dezembro 1996 (BRASIL, 1996) e nas sucessivas

alterações, nomeadamente, na Lei nº 12. 796, de 2013 (BRASIL, 2013), que garante a oferta de formação continuada para os profissionais da educação, no local de trabalho ou em instituições de educação básica e superior. No entanto, esta é de frequência voluntária pelos professores, ou seja, constitui um direito, mas não um dever. Entretanto, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) cria, em 2004, a Rede Nacional de Formação Continuada para a Educação Básica formada por Universidades e Centros de pesquisa para desenvolver projetos na área de formação continuada de professores, “com o objetivo de contribuir para a melhoria da formação dos professores e alunos”. (MEC, 2013). De acordo com este site do governo, o Ministério da Educação Brasileiro garante aos professores de educação básica em serviço, dos serviços públicos, cursos à distância e semipresenciais para atender às necessidades destes, providenciando suporte técnico e financeiro. Estes cursos são oferecidos em instituições de ensino superior públicas, federais e estaduais que integram a Rede Nacional de Formação de Professores.

Com a aprovação da Lei 11.502/2007 (BRASIL, 2007), o governo brasileiro autoriza a concessão de bolsas de estudo e de pesquisa a participantes de programas de formação inicial e continuada de professores para a educação básica. No âmbito desta lei, também, são modificadas as competências e a estrutura organizacional da fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que, entre outras funções, deve promover a formação inicial e continuada de professores do magistério, sendo que, no que diz respeito à formação continuada esta deve recorrer a, “especialmente, recursos e tecnologias de educação a distância” (artigo 2, n.º 2). Dentro deste contexto, é criado, em 2010, o Programa Rede São Paulo de Formação Docente – REDEFOR, que resulta de um convênio entre a SEE-SP (Secretaria de Estado da Educação, do estado de São Paulo), a USP (Universidade de São Paulo), a UNESP (Universidade Estadual de São Paulo) e a UNICAMP (Universidade de Campinas, estado de São Paulo). A primeira edição dos cursos deste programa foi finalizado em dezembro de 2011 e ofereceu quinze cursos de especialização, a nove mil professores, com a duração de um ano, na modalidade à distância, com alguns encontros presenciais. O objetivo destes cursos é o de proporcionar aperfeiçoamento profissional e formação continuada (REDEFOR, 2011). Salienta-se que este programa de formação já teve mais uma edição (segunda), concluída em dezembro de 2012, e que ofereceu cerca de 20 mil vagas para professores da rede pública (REDEFOR, 2011/2012).

Mais recentemente, através do Projeto de Lei n.º 8.035, de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010), foi aprovado o Plano Nacional de Educação (PNE) para o decênio 2011-2020 que entre, outras medidas, preconiza, na sua meta 16, para a formação continuada o seguinte:

Meta 16: Formar 50% dos professores da educação básica em nível de pós-graduação *lato e stricto sensu*, garantir a todos formação continuada em sua área de atuação.

Estratégias:

16.1) Realizar, em regime de colaboração, o planejamento estratégico para dimensionamento da demanda por formação continuada e fomentar a respectiva oferta por parte das instituições públicas de educação superior, de forma orgânica e articulada às políticas de formação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. (Lei n.º 8.035/2010) (BRASIL, 2010)

Face ao exposto, é perceptível a importância e o esforço que o governo brasileiro tem dado à formação continuada, que constitui até o momento, um direito dos professores brasileiros em serviço.

5.2 Formação continuada (contínua) em Portugal

Em Portugal, em termos académicos, à semelhança do que se passa no Brasil e noutros países, a questão da formação continuada, nomeadamente, os objetivos desta, a sua estrutura, a sua avaliação e as entidades que a promovem, também têm sido alvo de discussões e alterações ao longo das últimas décadas. No entanto, ressalta-se desde já, que em Portugal, desde 1989, com a publicação do Decreto Lei n.º 384/89, a formação continuada é consagrada como um direito e um dever dos docentes, associada a uma condição de progressão na carreira e que se mantém, apesar de algumas alterações, até aos dias de hoje. Neste contexto jurídico, social e económico, a evolução da formação continuada adquiriu contornos diferentes dos verificados no Brasil, em alguns aspectos.

À semelhança do Brasil, vários académicos portugueses (ESTRELA, 2001; NÓVOA, 2002; PACHECO; FLORES, 1999) têm alertado para a necessidade de se construir uma nova perspectiva e uma nova filosofia para a formação continuada. Estrela (2001) apresenta um balanço crítico sobre a realidade da formação continuada em Portugal. Esta autora detectava no início da década passada, um desfazimento entre o tipo de discurso sobre a formação continuada, o plano jurídico e o que na realidade acontecia nos cursos de formação. Segundo esta autora, alguns fatores têm contribuído para este desfazimento. A investigação científica

nesta área, à semelhança de outras na área da educação, é dispersa e fragmentada, tendo produzido resultados pouco consistentes e dificilmente comparáveis que, no entanto, não podem ser desprezados. Estes têm apontado para concepções da formação continuada que se apoiam em noções desenvolvimentistas e construtivistas do professor enquanto profissional. Valorizando-se as interações entre os pares, o contexto social e institucional do professor, as suas concepções, crenças, as suas práticas, a autonomia e projetos de carácter pessoal. Porém, o discurso académico sobre a formação continuada, nem sempre provém dos estudos empíricos. Muitas das ideias que circulam hoje na academia e que têm sido bem aceites, provêm de reflexões de carácter generalista (apesar de terem por base pesquisas empíricas) ou marcadamente ideológicos, construídos à margem de qualquer atividade empírica. Estes estudos têm permitido, segundo esta autora, a introdução de novas perspectivas, levantando novas questões. Todavia, há que considerar alguns perigos, como o da descontextualização da formação, usando-se um discurso demasiadamente generalista ou a utilização de ideias-chave ou “chavões” (ESTRELA, 2001, p.32), como o do professor reflexivo, desenvolvimento pessoal e profissional sem uma prévia clarificação dos conceitos inerentes. Para além, deste discurso académico, já de si muito polissêmico e multifacetado, esta autora debruça-se, ainda, sobre o discurso oficial do governo sobre formação, considerando-o “humanista e geralmente atualizado que se apropria da linguagem das Ciências da Educação” (ESTRELA, 2001, p.34) com o objetivo de torná-lo mais rigoroso e sério. O problema deste discurso é que, muitas vezes, cria a ilusão que se vão implantar determinadas políticas, quando, na verdade, não se criam, simultaneamente, as condições para aplicá-las.

Em termos jurídicos, esta autora considera que a legislação portuguesa sofreu uma evolução notável nos últimos anos e a sua apreciação é globalmente positiva. Apesar de alguns problemas, esta tenta estar em consonância com algumas das visões mais recentes que advogam, como já referido anteriormente, que a escola é o lugar ideal para a formação ocorrer, depositando nestas alguma autonomia nesta área e consagra o conceito de profissionalização dos professores. No entanto, no que diz respeito à formação continuada a lógica, por vezes, fica subvertida, pois com frequência, em virtude dos financiamentos, o que é oferecido ao professor não é o que ele precisa, mas aquilo que foi acreditado (autorizado), ou seja, o que foi financiado. Da mesma forma, como os professores precisam dos créditos atribuídos para progredirem na carreira, o que prevalece por vezes, não é o interesse na ação, mas os créditos contabilizados com a realização de determinada ação de formação. Neste aspecto, também, Pacheco e Flores (1999) consideram que uma das limitações do

envolvimento do próprio professor no seu processo de formação continuada está associada ao problema da progressão na carreira:

Quando a formação contínua é imposta pela administração, através de créditos e como pré-requisitos para a progressão na carreira, [...] quando a formação não corresponde a uma necessidade sentida pelos próprios professores, é natural que estes partilhem uma perspectiva que os coloca numa situação passiva [...] onde têm muito mais a receber do que a dar ou partilhar. (PACHECO; FLORES, 1999, p.131).

Ainda, em relação à formação continuada, ESTRELA (2001) detectou algumas falhas na concepção destes cursos muito assente, por vezes, numa visão escolar de transmissão de conhecimentos, com lacunas ao nível da avaliação e, muitas vezes, desligados das reais necessidades das comunidades educativas a que se destinam e que, portanto, muitas alterações se vislumbravam como necessárias.

Neste ponto, e em concordância com esta autora, também Nóvoa (2002) refere que a análise da formação contínua de professores deve assentar num debate mais amplo sobre as políticas educativas e a profissão docente. Em termos sociais, à crise da escola vem associada a crise da profissão docente e quando a escola não consegue, de uma forma eficaz, responder aos problemas reais, são também colocadas em causa as competências profissionais dos professores (NÓVOA, 2002). Na perspectiva da escola como um novo espaço de educação, emerge uma nova exigência de profissão docente, onde aos professores lhes são exigidas novas competências profissionais. Neste contexto de renovação dos modelos escolares, à procura de uma escola mais real face aos problemas atuais, surge inevitavelmente uma nova perspectiva de ser professor. Sendo assim, os olhares se concentram nos professores aumentando a abrangência do seu papel, pedindo-lhes inovações por vezes apressadas e exigindo-lhes melhor qualidade das práticas pedagógicas. Desta forma, urge criar um sistema coerente de formação continuada que possa atenuar os problemas dos professores. De acordo com este autor, a formação continuada de professores deve assentar numa nova visão paradigmática, entendida como uma variável essencial ao desenvolvimento das pessoas e das organizações defendendo “três eixos estratégicos: investir na pessoa e na sua experiência; investir na profissão e nos seus saberes e investir na escola e nos seus projetos.” (NÓVOA, 2002, p. 56). Face ao exposto, Nóvoa (2002) afirma “tem-se ignorado o eixo de desenvolvimento pessoal, confundindo «formar» e «formar-se»” (NÓVOA, 2002, p. 56), argumentando que os processos de formação continuada implicam uma aproximação diferente do papel do professor-formando na sua formação.

Em termos jurídicos, a formação continuada de professores, em Portugal, passou a ser reconhecida como um direito destes, a partir de 1986, com a publicação da Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE), Lei n.º46/86, de 14 de Outubro. (PORTUGAL, 1986). No Capítulo IV (Recursos Humanos) da LBSE, o art.º 35º é dedicado exclusivamente à formação continuada:

1. A todos os educadores, professores e outros profissionais da educação é reconhecido o direito à formação contínua.
2. A formação contínua deve ser suficientemente diversificada de modo a assegurar o complemento, aprofundamento e atualização de conhecimentos e de competências profissionais, bem como a possibilitar a mobilidade e a progressão na carreira.
3. A formação contínua é assegurada predominantemente pelas respectivas instituições de formação inicial, em estreita cooperação com os estabelecimentos onde os educadores e professores trabalham.
4. Serão atribuídos aos docentes períodos especialmente destinados à formação contínua, os quais poderão revestir a forma de anos sabáticos. (PORTUGAL, 1986, cap. IV).

Com a publicação do Ordenamento Jurídico da Formação de Educadores de Infância e Professores dos Ensinos Básico e Secundário (Decreto-Lei nº 344/89, de 11 de Outubro) (PORTUGAL, 1989) e do Estatuto da Carreira de Educadores e Professores dos Ensinos Básico e Secundário (Decreto-Lei nº 139-A/90 de 28 de Abril) (PORTUGAL, 1990) foram introduzidas algumas alterações à LBSE. Nestes documentos, a formação de professores passa a constituir um direito e um dever destes, tratando-se de uma forma de atualização e de satisfazer as suas necessidades. O Decreto-Lei n.º344/89 torna-se, como já referido anteriormente, um marco na evolução da utilização e oferta da formação continuada em Portugal, salientando-se, no entanto, que a implantação da formação de professores conforme esta regulamentação só foi efetuada com a publicação do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores (Decreto-Lei n.º 249/92, de 9 de Novembro) que constituiu a formação de professores como condição para a progressão nas carreiras profissionais e cria um Conselho Coordenador de Formação Contínua para “coordenar, avaliar e superintender nas ações de formação contínua de professores a nível nacional”. Este Decreto-Lei n.º 249/92, consagrava já vários objetivos fundamentais para a formação de professores, no artigo 3:

- a) A melhoria da qualidade do ensino e das aprendizagens, através da permanente atualização e aprofundamento de conhecimentos, nas vertentes teórica e prática;

- b) O aperfeiçoamento das competências profissionais dos docentes nos vários domínios da atividade educativa, quer a nível do estabelecimento de educação ou de ensino, quer a nível da sala de aula;
- c) O incentivo à autoformação, à prática da investigação e à inovação educacional;
- d) A aquisição de capacidades, competências e saberes que favoreçam a construção da autonomia das escolas e dos respectivos projetos educativos;
- e) O estímulo aos processos de mudança ao nível das escolas e dos territórios educativos em que estas se integrem susceptíveis de gerar dinâmicas formativas;
- f) O apoio a programas de reconversão profissional, de mobilidade profissional e de complemento de habilitações.

Em relação às entidades formadoras, o artigo 15, determina no ponto 1:

1-São entidades formadoras:

- a) As instituições de ensino superior cujo âmbito de atuação se situe no campo da formação de professores, das ciências de educação e das ciências da especialidade;
- b) Os centros de formação das associações de escolas;
- c) Os centros de formação de associações profissionais ou científicas sem fins lucrativos, constituídas nos termos da lei, cuja intervenção seja considerada relevante para o processo de formação contínua de professores. (artigo 15, nº 1)

Este decreto-lei estabelece, ainda, vários outros parâmetros relacionados com a formação continuada como, por exemplo, princípios orientadores, efeitos, modalidades de formação, avaliação. Com o Decreto-Lei n.º 274/94, de 28 de Outubro, foi substituído o Conselho Coordenador de Formação Contínua pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua (CCPFC), conferindo a este órgão um estatuto de grande independência perante a administração central e perante os professores e entidades formadoras, redefinindo as suas competências e imprimindo-lhe maior operacionalidade, nomeadamente, através do artigo 37.º “compete proceder à acreditação das entidades formadoras e das ações de formação contínua de professores e acompanhar e avaliar o sistema de formação contínua”.

Desta forma, esta legislação veio impulsionar, no início da década de noventa, a expansão da formação continuada em Portugal, tendo começado a funcionar os Centros de Formação no ano letivo de 1992/93. Estes centros visavam à oferta de diversos tipos de formação, muitas vezes sem qualquer relação com as necessidades dos professores ou com os projetos educativos das escolas (ESTRELA, 2001). Em simultâneo, os professores escolhiam as formações de acordo com a sua necessidade de progredir na carreira e não na perspectiva de se desenvolverem profissionalmente. A formação como, já referido anteriormente, passa muitas vezes a constituir uma obrigação ou sacrifício (SILVA, 2003).

Sendo assim, surge, em 1996, o Decreto-Lei n.º 207/96 de 2 de Novembro, que tenta realçar a importância da formação contínua para a valorização pessoal e profissional dos professores. Este Decreto-Lei pretende quebrar com a lógica predominante para frequência dos cursos de formação continuada e contribuir para “a construção de uma nova perspectiva e de uma nova filosofia para a formação contínua de educadores e formadores” (Decreto-Lei n.º 207/96, texto introdutório). Evidencia-se que seria importante que este preâmbulo fosse cumprido e que a formação de professores deixasse de ser vista como uma obrigação (SILVA, 2003) que visa a transmissão de conhecimentos de que se pensa que os professores precisam. Pretende-se que a formação passe a ser relacionada a uma forma de promover o desenvolvimento profissional e a reflexão do professor sobre a sua prática. Mais tarde, em 2007, com a aprovação do Decreto-Lei n.º 15/2007, nomeadamente, o seu artigo 4.º, introduzem-se mais algumas alterações ao Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, no sentido de restringir o tipo de ação de formação que pode ser contemplada com créditos para efeitos de progressão na carreira, privilegiando-se a formação na área científico-didática do professor (dois terços dos créditos têm de ser nesta área).

Face ao exposto, a complexa legislação em vigor em Portugal, que leva já dezoito anos de existência, sujeita por vezes a algumas alterações e ajustes, tem mantido, ao longo deste tempo, as características relacionadas com os objetivos e princípios e com a forma da sua organização no terreno (SANTOS, 2009). De acordo com Formosinho e Araújo (2011), o modelo português de formação continuada encerra algumas virtudes e alguns problemas. Para estes autores, este modelo tem permitido que um conjunto alargado de entidades (instituições superiores, escolas ou associações de escolas, sindicatos e associações de professores, etc.) se envolva na concepção e oferta de ações de formação continuada. Esta diversidade promove uma conciliação entre diferentes objetivos a nível organizacional e pedagógico, além de promover uma saudável convivência entre vários parceiros interessados na formação continuada. Formosinho (1991 apud FORMOSINHO; ARAÚJO, 2011) complementa que esta convivência entre várias instituições determinou a criação de uma entidade coordenadora (CCPFC), a regulamentação de todas as atividades e a acreditação das entidades formadoras. Simultaneamente, este modelo permite descentralizar territorialmente a formação e aproximar geograficamente a oferta da procura, o que potencializa uma formação mais próxima das necessidades dos professores e das instituições. No entanto, estes autores apontam como fragilidade deste modelo o fato de as escolas não serem tradicionalmente vocacionadas para as formações de professores, correndo-se o risco de estas se fecharem sobre si próprias e não

promoverem a renovação de práticas existentes. Desta forma, podem criar-se heterogeneidades acentuadas na qualidade das formações oferecidas, se as capacidades formadoras das escolas forem muito divergentes. A criação dos centros de formação de associação de escolas pertencentes a determinada área geográfica tenta atenuar estes efeitos, contribuindo para alguma homogeneização. Sendo assim, Formosinho e Araújo (2011) concluem que este modelo tem permitido uma dinâmica, no sentido de permitir transformações relacionadas com necessidades locais e, da mesma forma, diferentes competências para enfrentar estas transformações (MACHADO, 2007 apud FORMOSINHO; ARAÚJO, 2011). Todavia, verifica-se, a partir de 2003, uma excessiva dependência destes centros de formação da administração central, devido essencialmente a questões de financiamento que, até então, era garantido por programas cofinanciados pela União Europeia (SANTOS, 2009). Esta dependência acarretou uma perda de autonomia, no que diz respeito à concepção de ações de formação orientadas para o seu público (professores e escolas associadas aos centros de formação), para passar a oferecer ações de formação concebidas nas direções centrais do governo e distribuídas por estes centros (FORMOSINHO, ARAÚJO, 2011).

Lopes et al. (2010 apud FORMOSINHO; ARAÚJO, 2011) referem que os professores portugueses, entre 2004 e 2007, têm procurado formação continuada na modalidade de oficina de formação (50 horas, 2 créditos para progressão na carreira), prevalecendo a escolha sobre cursos de formação que enfoquem conteúdos e temáticas disciplinares e que permitam o contato com materiais ou estratégias que possam ser levadas para a sala de aula. Desta forma, a perspectiva de mudança está centrada no professor, na aquisição de conhecimentos e competências individuais. As mudanças na vida da escola e na aprendizagem dos alunos serão resultado de melhorias no desempenho pessoal do professor (FORMOSINHO; ARAÚJO, 2011).

Em relação ao impacto da formação continuada nas práticas dos professores e na aprendizagem dos alunos, os autores referem que “abundam e divergem as percepções” (FORMOSINHO, ARAÚJO, 2011, p.12), reconhecendo, no entanto, que esta tem contribuído para aproximar os professores dos diferentes ciclos de ensino, favorecendo uma visão mais clara do currículo e das escolhas pedagógicas. Desta forma os autores concluem:

Reconhece-se a instrumentalidade da formação posta ao serviço das políticas centralmente definidas, afirma-se o impacto da formação, confessa-se a dificuldade em objetivar elementos que traduzam “efeitos concretos” da

formação (as TIC aparecem como exceção, mas também elas são instrumentais) e constata-se a insuficiente explicitação dos efeitos previsíveis de cada ação de formação. Na sequência desses dados, emerge a necessidade de estruturas de acompanhamento das práticas após a formação, em congruência com uma perspectiva de relação linear de causa e efeito e de avaliação do produto – “a aplicação do que foi aprendido na formação” – e uma modalidade de penetração na “caixa negra” que tem sido a sala de aula e de interferência na privacidade pedagógica dos professores. (FORMOSINHO, ARAÚJO, 2011, p.13)

5.3 Formação na área das TIC

Neste trecho, os autores fazem referência à formação na área das TIC que adquire uma grande relevância neste trabalho, uma vez que muitas das visualizações utilizadas em sala de aula estão incorporadas em tecnologia. Em sintonia com outros autores (ROGERS; TWIDLE, 2011), também Formosinho e Araújo (2011) referem que a formação nesta área tem sido predominantemente técnica. Este fato contribui, segundo vários estudos (KOELER; MISHRA, 2005; NEWTON; ROGERS, 2001, 2003), para uma utilização pouco eficaz da tecnologia, pois “introduzir simplesmente tecnologia no processo educacional não é suficiente para assegurar a sua integração no processo, dado que a tecnologia por si só não leva à mudança” (KOEHLER; MISHRA, 2005, p.132).

Para Newton e Rogers (2003), apesar das aulas com recurso à tecnologia tenderem a ser populares entre os alunos, é preciso perceber o quanto isto é resultado da novidade dos efeitos visuais. Estes autores questionam-se sobre o que acontecerá aos benefícios da tecnologia, quando os fatores motivacionais desaparecerem com o frequente uso desta em sala de aula. Sendo assim, argumentam que o seu uso deve assentar na utilização de outros benefícios, mais subtis, que beneficiarão a aprendizagem dos alunos como, por exemplo, prever, testar e avaliar hipóteses baseados em filosofias construtivistas da aprendizagem. A utilização destes recursos centrada no papel dos alunos na sua aprendizagem requer professores com competência pedagógica para além da competência técnica, havendo, por isso, a necessidade da formação priorizar estes dois planos (BALANSKAT; BLAMIRE; KEFALA; 2006).

Segundo Webb (2010), existe um vasto leque de conhecimentos que os professores devem ter para conseguirem criar experiências de aprendizagem que aproveitem todas as vantagens da tecnologia. Esta autora inclui várias categorias de conhecimento, tradicionalmente mencionadas na literatura, tais como: conhecimento do conteúdo,

conhecimento geral pedagógico, conhecimento do currículo, conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), conhecimento dos alunos e das suas características, conhecimento do contexto educacional, conhecimento das finalidades, propósitos e valores educacionais. Todavia, para esta autora, é necessário que os professores conheçam, também, como a extensa gama de tecnologias educacionais pode suportar os conteúdos a serem ensinados e que abordagens pedagógicas são apropriadas. Esta autora defende, em consonância com Koehler e Mishra (2005) a introdução do TPACK (conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo), que promova a interseção entre a tecnologia, a pedagogia e o conhecimento do conteúdo.

Face à complexidade do conhecimento necessário para integrar estes recursos, defendemos, à semelhança de Newton e Rogers (2003), que sem uma formação adequada corre-se o risco de os professores oferecerem aos alunos experiências educacionais pobres, confundindo, muitas vezes, as suas ideias e desviando-os do que realmente é importante na ciência. Nos casos em que se verifica a ausência de formação técnica, os professores acabam por não utilizar algumas das visualizações virtuais mais inovadoras (simulações e animações), uma vez que estas são inerentemente tecnológicas. Esta falta de formação conduz à falta de confiança e competência que constituem alguns dos obstáculos à utilização destes recursos em sala de aula (BECTA, 2004). Neste relatório, são também apontados outros obstáculos para a utilização da tecnologia em geral pelos professores como, por exemplo, a falta de tempo, resistência à mudança (estes a nível pessoal) e falta de computadores/internet ou dificuldades de acesso a estes (a nível institucional).

5.4 Estudos sobre formação de professores para integrarem recursos visuais

Dori e Barnea (1997) discutem o efeito de um curso de formação continuada de professores na introdução da tecnologia computacional, nomeadamente, na atitude dos professores e na forma de implementação destes recursos na sala de aula. Estes pesquisadores referem que o uso de computadores no ensino de ciências apresenta várias vantagens, especialmente no ensino de Química, dado que permite a visualização de modelos do mundo submicroscópico da Química. De acordo com os resultados (quantitativos e qualitativos) obtidos neste estudo, os autores relatam que o curso de formação com um módulo sobre polímeros modificou a atitude dos professores face ao uso destes recursos. Os autores mencionam um aumento no grau de confiança e na preparação dos professores para usar estes meios. É referido igualmente que, só os professores que participaram nesta formação é que

incorporaram nas suas aulas o módulo sobre polímeros, o que por si só, é um indicativo das dificuldades cognitivas e técnicas que os professores enfrentam ao tentarem implementar estas novas tecnologias na sala de aula.

Num estudo posterior, estes mesmos autores (BARNEA; DORI, 2000) investigaram como professores e alunos do ensino superior que, estiveram envolvidos num programa especial, percebem a natureza e a função dos modelos, usando um questionário de percepção de modelos. Para estes autores, a percepção que os professores têm acerca dos modelos é muito importante, dado que, se os professores não possuem um correto conhecimento da natureza e do papel dos modelos nas ciências, dificilmente serão capazes de os incorporar apropriadamente no seu ensino. Nesta pesquisa, 34 professores em formação continuada e em formação inicial participaram de uma oficina de catorze horas acerca de modelos, tendo sido avaliada a percepção dos modelos através de um questionário. Este questionário foi também aplicado a dois grupos de alunos do ensino superior (um de controle, outro experimental), que estudaram ligações químicas e estruturas. Os autores verificaram que os professores do grupo experimental, que participaram na oficina enfatizaram o conceito de modelo, usando vários tipos de modelos, incluindo modelagem molecular computadorizada, enquanto os professores do grupo de controle ensinaram este tópico da forma tradicional, sem a ajuda do computador e sem enfatizarem o conceito de modelo. Os autores referem, igualmente, que de uma forma geral, a formação (oficina) melhorou vários aspectos da percepção de modelos e que este fato pode ser confirmado pela diferença significativa observada entre o grupo experimental (ensino mediado por modelagem molecular computadorizada) e o grupo de controlo (ensino tradicional) dos alunos do ensino superior. Estes autores concluem afirmando que a formação foi importante, porque permitiu aos professores expandir as suas noções iniciais sobre modelos, e por isso, mais tempo deve ser investido na formação continuada e inicial de professores nesta temática, em particular no ensino de Química.

Dentro desta temática da formação de professores, encontramos o trabalho de Justi e van Driel (2005), que descrevem uma pesquisa com um grupo de cinco professores envolvidos num curso de formação continuada sobre o uso de modelos e modelagem na ciência. Este curso tinha como objetivo promover, caracterizar e entender o processo de desenvolvimento do conhecimento dos professores acerca de modelos e modelagem. Os autores destacam a necessidade de desenvolver nos professores um conhecimento do conteúdo, um conhecimento curricular e um conhecimento pedagógico em modelos e

modelagem. Mencionam, igualmente, a necessidade de envolver os professores em situações de aprendizagem em que os seus conhecimentos prévios e as suas experiências fossem tomadas em consideração. Os professores envolvidos foram incentivados a conduzirem projetos de pesquisa sobre as suas próprias práticas em sala de aula e a escreverem um relatório que foi discutido com todo o grupo em formação. O curso teve a duração de cerca de seis semanas, embora o projeto de pesquisa faça parte de uma tarefa de 300 horas de trabalho de um programa de pós-graduação em educação de professores na Holanda. Durante os encontros com os pesquisadores (sessões de três horas semanais), os professores foram envolvidos em atividades de aprendizagem que diziam respeito a aspectos essenciais da noção de modelo e modelagem tais como: a natureza e o propósito do uso de modelos no dia a dia e na ciência; o uso de diferentes modos de representação; a produção e uso de modelos 2D, 3D e pseudo 3D, etc. A partir da extensa quantidade e diversidade de dados obtidos, os pesquisadores concluem que: os conhecimentos prévios dos professores nos vários domínios associados ao uso de modelos e modelagem eram incompletos e, por vezes, inadequados; o *design* deste projeto de pesquisa permitiu aos professores evoluírem na aquisição de PCK acerca de modelos e modelagem e que o processo de desenvolvimento dos professores deve ser de longa duração, dado que a aquisição de novas experiências precisa de ser discutida várias vezes, de forma a promover um desenvolvimento sólido.

Face ao exposto, preconiza-se que a formação continuada contribua para o desenvolvimento profissional dos professores, sendo para isso necessário, enfatizar dois aspectos importantes desta realidade. Por um lado, os formandos e as suas necessidades (conhecimentos e/ou competências), a participação destes na elaboração da formação, a relevância para as suas práticas, o seu contexto de aprendizagem (necessidades das escolas) e impacto na aprendizagem dos alunos. Por outro lado, há que fazer uma análise das instituições de formação, dos formadores, das modalidades de formação e das questões organizacionais, orientando-as igualmente para o desenvolvimento profissional dos professores (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2009).

SÍNTESE

A formação continuada, como um tipo de formação de professores, é garantida em ambos os países, Brasil e Portugal, há praticamente duas décadas, para todos os professores que se encontrem em exercício. Esta surge com a necessidade da educação permanente dos professores, à semelhança do que acontece com qualquer outra profissão. Inicialmente, esta

aparece muito associada a pequenos cursos de atualização/reciclagem com foco em conteúdos e técnicas, ou seja, com caráter muito instrumental, mas este modelo tem sido posto sucessivamente em causa em ambos os países. Vários autores (ESTRELA, 2001; NÓVOA, 2002; MALDANER, 2000; ROSA; SCHNETZLER, 2003) defendem que a formação continuada deve ter por base outros princípios, no sentido de permitir um desenvolvimento dos professores como profissionais. Pretende-se, desta forma, encontrar através destas formações, um caminho para que os professores, primeiramente, introduzam alterações nas suas práticas e, conseqüentemente, mudanças nos resultados das aprendizagens dos alunos, para levá-los a mudar as suas concepções.

Sendo assim, preconiza-se um tipo de formação contextualizada nos saberes e práticas dos professores e nas instituições onde estes desenvolvem a sua profissão, com ênfase em atividades colaborativas entre pares e professores universitários com o objetivo destes poderem refletir sobre as próprias práticas. Todavia, a implantação deste tipo de formação continuada em ambos os países tem sido lenta, predominando ainda formações continuadas mais tradicionais (ESTRELA, 2001; MALDANER; NERY, 2009; SCHNETZLER, 2000; SILVA, 2003). Salienta-se, no entanto, que no Brasil, tendo em conta vários fatores, nomeadamente a dimensão geográfica do país, se verifica uma grande dispersão de cursos de formação continuada com variadas orientações filosóficas e, por conseguinte, com várias designações (PRADA, 1997). Em Portugal, as políticas educativas estão muito controladas pelo governo central, o que se traduz em uma maior homogeneidade na oferta da formação continuada, quer em termos de designação, quer em termos de modalidades e de filosofias inerentes à sua concepção. Em termos jurídicos as diferenças são, também, acentuadas, uma vez que, no Brasil a formação continuada é um direito dos professores enquanto, em Portugal, constitui-se em um direito e uma obrigação, para efeitos de progressão na carreira. Esta diferença implica que todos os professores do ensino público português tenham obrigatoriamente de realizar cursos de formação continuada e, simultaneamente, que se garanta oferta suficiente para satisfazer a esta demanda. Este fato acaba por introduzir, em certas situações, um efeito perverso, alguns professores acabam por participar em cursos de formação continuada, não por uma necessidade própria, mas por uma imposição legal e, por isso, desde logo a escolha e o envolvimento no curso ficam condicionados à partida. No Brasil, como não há qualquer imposição legal, a escolha e o envolvimento nos cursos de formação dependem exclusivamente da vontade e necessidade do professor. Esta diferença em termos legais implica, igualmente, uma maior complexidade em termos jurídicos em

Portugal, no sentido de enquadrar legalmente todas as características das formações e entidades que podem oferecer as formações creditadas para efeitos de progressão na carreira.

No que diz respeito à formação relacionada com o uso de recursos visuais, esta se encontra interligada com a formação em TIC e, no âmbito desta, ainda muito voltada para os aspectos técnicos. No entanto, na literatura educacional (GILBERT, 2007a; NEWTON; ROGERS, 2003; ROGERS; TWIDLE, 2011) é sugerida a necessidade de se abordar outros aspectos, nomeadamente pedagógicos, que permitirão um uso mais apropriado destes recursos na construção do conhecimento.

6. METODOLOGIA

Neste trabalho, procurou-se pesquisar o processo de integração de visualizações em sala de aula e conhecer o impacto de um curso de formação continuada, que visa discutir e promover o uso de visualizações no ensino de Química e Física, nas concepções de professores em serviço de Química no Brasil e Física e Química em Portugal. Sendo assim, pretendeu-se identificar as concepções prévias que estes professores apresentaram no início do curso sobre o uso de visualizações, e as possíveis mudanças que ocorrem após o envolvimento no curso. Procurou-se, igualmente, caracterizar as abordagens pedagógicas que os professores utilizaram e as dificuldades que estes encontraram durante o uso de visualizações no ensino de Química e Física. Para se atingir estas finalidades, optou-se por uma metodologia de natureza qualitativa e com orientação interpretativa. Este estudo foi aplicado em dois contextos: professores em serviço em escolas públicas da cidade de São Paulo - Brasil e professores em serviço em escolas públicas da cidade de Lisboa – Portugal. Desta forma, a estratégia será de estudo de dois casos, o caso do Brasil e o caso de Portugal.

6.1 Fundamentação metodológica

A opção do pesquisador por um determinado paradigma de pesquisa revela-se de elevada importância, pois este determina como o pesquisador vê o fenômeno e os métodos de pesquisa que devem ser aplicados para estudar o referido fenômeno (GIVEN, 2008) e tem de ter em conta questões ontológicas, epistemológicas e metodológicas (GUBA; LINCOLN, 1994). O paradigma corresponde, assim, a um conjunto de pressupostos e orientações perceptuais (GIVEN, 2008) ou asserções e conceitos que orientam tanto o pensamento do pesquisador, como a própria pesquisa (BOGDAN; BLIKEN, 1994). As questões ontológicas, epistemológicas e metodológicas estão interligadas. A forma e a natureza da realidade e aquilo que consideramos ser possível saber sobre essa mesma realidade fazem parte das questões ontológicas. As respostas a estas questões permitem-nos perceber a relação entre o que se sabe ou pode vir a saber e o que é possível saber-se (questões epistemológicas). Da mesma forma, as respostas às questões metodológicas, que dizem respeito ao modo de proceder do pesquisador estão relacionadas com as respostas dadas às questões anteriores. Sendo assim, a metodologia escolhida deve possibilitar ir o mais longe possível dentro daquilo que é possível saber-se e, simultaneamente, estar adequada à natureza do conhecimento que se pretende pesquisar.

Dentro deste contexto, quatro paradigmas de pesquisa distintos aparecem descritos para as ciências sociais (GUBA; LINCOLN, 1994): positivista, pós-positivista, teoria crítica e construtivista. No positivismo, assume-se a realidade como sendo conduzida por leis e mecanismos imutáveis. Neste caso o pesquisador é neutro, não havendo influência do pesquisador sobre o objeto de estudo, nem influência do objeto de estudo sobre o investigador. Estes são identidades independentes, cabendo ao primeiro estudar o segundo, sendo as hipóteses verificadas recorrendo-se a métodos quantitativos. No pós-positivismo tenta-se responder às principais críticas ao positivismo, nomeadamente à ideia de que o conhecimento científico é perfeito, de que a ciência caminha sempre em direção ao progresso e de que a tecnologia desenvolvida pela ciência responderá a todas as necessidades humanas. Não há uma rejeição do método científico, mas uma reforma, um melhoramento, o conhecimento científico passa a ser hipotético, não é incontestável e há uma separabilidade relativa entre o conhecedor e o conhecido, ou seja, não há neutralidade.

Na teoria crítica, desenvolve-se um conjunto de paradigmas alternativos feministas, materialistas e investigação participante a que Guba (1990, p. 23) atribui o termo “pesquisa ideologicamente orientada”, uma vez que a recusa à ideia de neutralidade é o ponto comum a todas as alternativas incluídas nesta categoria. Dentro do construtivismo, não há acomodação possível entre os paradigmas. Não há independência entre as linguagens teóricas e as observacionais, os fenômenos não estão acessíveis ao observador em estado “puro”. Há uma mudança do realismo ontológico para o relativismo ontológico. Os fenômenos só são fenômenos no contexto de um referencial teórico. As realidades existem sob a forma de múltiplas representações mentais, locais e específicas, fundadas na experiência pessoal de quem as formula. Os resultados são “literalmente criados” (GUBA; LINCOLN, 1994, p.111) através de um processo de partilha de significados entre o pesquisador e o fenômeno.

Refletindo sobre esta antagonia, positivismo versus construtivismo, também Lichtman (2006) refere que, num paradigma qualitativo, procura-se compreender e interpretar comportamento e interações humanas. O pesquisador, através de um processo interpretativo, tenta dar um sentido ao que observa. No paradigma positivista, o pesquisador procura a resposta correta, sendo esta aceita ou rejeitada através de processos estatísticos.

Pesquisa Qualitativa e Orientação Interpretativa

O uso do referencial qualitativo insere-se em uma tentativa de encontrar uma concordância entre o problema de estudo e a metodologia que nos permitirá um melhor

conhecimento do objeto de estudo, ou seja, o professor e o uso de recursos visuais. De uma forma geral, uma pesquisa qualitativa refere-se a uma pesquisa sobre a vida de indivíduos, seus comportamentos e experiências, emoções e sentimentos, assim como, interações sociais e fenômenos culturais (STRAUSS; CORBIN, 2008). Os procedimentos estatísticos e outras formas de quantificação são normalmente excluídos, procurando-se, através de um contato prolongado entre o pesquisador e a situação a estudar, conseguir recolher um conjunto de dados que consiga caracterizá-la de uma forma profunda. As informações coletadas são predominantemente descritivas (notas de campo, relatórios, respostas a entrevistas e questionários etc.). De acordo com Lüdke e André (1986), os métodos qualitativos têm vindo a afirmar-se cada vez mais no campo da Educação, estando este fato relacionado com a natureza dos fenômenos a estudar e com a consciência de que estes estão relacionados com o contexto social, histórico e político em que se inserem.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), quando o pesquisador está presente no local onde ocorrem naturalmente os fenômenos a estudar, este tipo de pesquisa designa-se por naturalista. Sendo esta uma das cinco características da pesquisa qualitativa. A segunda característica diz respeito ao tipo de dados coletados que geralmente são descritivos (palavras e imagens) conferindo um carácter descritivo à pesquisa. Aqui a palavra escrita adquire uma elevada importância, cabendo ao pesquisador analisar os dados obtidos. Desta forma, o processo é mais importante que os resultados obtidos ou os produtos. Os pesquisadores consideram tudo o que acontece, analisam todas as situações e não só o resultado final, sendo esta a terceira característica da pesquisa qualitativa. A análise é indutiva, ou seja, as conclusões gerais emergem a partir dos fenômenos individuais, sendo esta a quarta característica deste tipo de pesquisa. Por fim, as perspectivas dos participantes são tidas em consideração. O pesquisador preocupa-se em compreender o sentido que os participantes dão às coisas e, é nesta busca, que o pesquisador enriquece a sua visão do fenômeno permitindo-lhe a elaboração de uma teoria sobre o mesmo.

Ao optar-se por uma pesquisa qualitativa, o essencial não é a escolha da metodologia em si, mas verificar se esta está em consonância com as finalidades do estudo e com as fontes disponíveis (PATTON, 1990). Segundo este autor, há uma ênfase em vários aspectos que estão interligados, como:

- Perspectiva holística. O holismo ressalva a importância do todo como algo que transcende à soma das partes, destacando a importância da sua interdependência. Desta forma, a

compreensão do contexto social, político é essencial para a total compreensão do que é observado (PATTON, 1990). Neste tipo de pesquisa não se buscam variáveis e suas relações, procura-se descrever, interpretar e compreender o todo (LICHTMAN, 2006). Cada acontecimento está relacionado com outros acontecimentos, os quais produzem entre si novas relações e fenômenos num processo que compromete o todo.

- Dados qualitativos. Neste tipo de pesquisa privilegiam-se os dados de natureza descritiva. A descrição dos lugares, das pessoas e os diálogos constituem a maioria dos dados coletados (BOGDAN; BIKLEN, 1984). Sendo estes ricos em detalhes e descrições permitindo capturar as perspectivas e as experiências dos participantes (PATTON, 1990), cabendo ao pesquisador dar-lhes um sentido e descobrir padrões (MAYKUT; MOREHOUSE, 1994).
- Contacto Pessoal e Direto. Privilegia-se um trabalho de campo em que há um contacto direto e próximo do indivíduo, da situação e do fenômeno em estudo, assim como, a sua compreensão crítica (PATTON, 1990).
- Neutralidade. Este é um princípio relevante, dado que em uma pesquisa qualitativa, o pesquisador é o principal instrumento para a coleta e análise de dados. É através dos seus olhos e ouvidos que os dados são coletados, a informação analisada e as realidades construídas Lichtman (2006). Deste modo, a credibilidade da pesquisa requer a neutralidade do pesquisador em relação ao fenômeno em estudo. Não se procura comprovar uma perspectiva particular ou manipular os dados para chegar a um resultado que traduz as hipóteses de partida. Desta forma, ao se privilegiar o pesquisador como instrumento de coleta, supõe-se que ele tenha uma elevada ética profissional, seja cauteloso e registre potenciais fontes de erro.
- Análise Indutiva. A pesquisa qualitativa assenta em uma lógica indutiva, os pesquisadores analisam os dados coletados para compreender os fenômenos e as interações, tendo por base este tipo de lógica (LICHTMAN, 2006). De acordo com Patton (1990), os pesquisadores encontram categorias, dimensões e inter-relações quando imergem nos detalhes e especificidades dos dados, dando assim, sentido às situações sem expectativas pré-existentes acerca dos fenômenos. Uma análise indutiva dos dados implica fazer emergir a teoria, enfatizando a informação que neles está contida. Desta forma, é a partir do embasamento teórico do pesquisador que este tem a possibilidade de reconhecer o que

é essencial nos dados, atribuindo-lhes um significado e o surgimento da teoria que lhes está inerente (STRAUSS; CORBIN, 1998).

- **Sistemas Dinâmicos e Perspectiva de Desenvolvimento.** Segundo Patton (1990), a pesquisa qualitativa pressupõe uma mudança constante e contínua com o foco no indivíduo e no seu contexto. De acordo com este autor, qualquer estudo constitui um sistema dinâmico em desenvolvimento, onde pequenas mudanças, resultado das interações estabelecidas, podem produzir grandes efeitos. Um dos objetivos dos pesquisadores é compreender e descrever os sistemas dinâmicos e os seus efeitos holísticos nos participantes.
- **Orientação para o estudo de caso.** Para Patton (1990), o estudo de caso torna-se útil quando se pretende compreender os indivíduos, problemas particulares ou situações únicas, em grande profundidade. Trata-se de uma estratégia indicada quando o contexto influencia o fenômeno em estudo e é difícil separar o fenômeno do contexto (YIN, 2003).
- **Empatia.** Este é um aspecto importante da pesquisa qualitativa em que se pressupõe o envolvimento ativo do pesquisador. Torna-se necessário desenvolver um contato pessoal entre este e os participantes no estudo e envolve a compreensão da posição, sentimentos, experiências e perspectivas dos outros (PATTON, 1990). Durante a investigação, o pesquisador tem que informar os participantes, apresentando-lhes, clara e abertamente, as finalidades da pesquisa. Além disto, deve explicar todas as etapas, descrever possíveis benefícios ou constrangimentos, prontificar-se para responder a todas as questões que surjam e explicar que a pessoa é livre para desistir quando quiser (COHEN; MANION, 1994).
- **Pesquisa Naturalista.** Dado que a pesquisa qualitativa tem por base uma análise indutiva, os trabalhos de natureza naturalista tipicamente envolvem o estudo dos fenômenos nos contextos onde eles acontecem. O que os sujeitos dizem depende do contexto social onde estão inseridos. Assim, em uma investigação qualitativa pretende-se estudar os fenômenos tal como ocorrem no seu ambiente natural (BURNS, 2000; PATTON, 1987, 1990). Assim, evitam-se expectativas pré-existentes dos fenômenos, não existindo restrições predeterminadas para os resultados (PATTON, 1990).
- **Flexibilidade no Planejamento da Investigação.** Tendo em conta que uma pesquisa qualitativa é um projeto dinâmico, o pesquisador necessita estar aberto para adaptar sua

investigação à medida que as situações mudam (Patton, 1990) e não partir para o estudo com uma estrutura fechada de todas as etapas a desenvolver durante o projeto.

Desta forma, tendo em conta os vários aspectos mencionados e a natureza do problema em estudo, considerou-se uma perspectiva holística do contexto em que cada grupo de professores atua, tentando, desta forma, entender as suas posições e ações. Também de acordo com os pressupostos descritos, procurou-se entrar no mundo dos sujeitos, não de uma forma intrusiva, mas tentando aprender algo através destes, procurando saber como ele é ao participar nas atividades, mas sem competir com eles ou tentando prestígio ou estatuto. Privilegiou-se a empatia e a neutralidade durante o contato direto com os professores, nos momentos da ação de formação, nas observações das aulas e em toda a comunicação não presencial, nomeadamente através de *email*.

Foram utilizados diversos instrumentos de coleta de dados para tentar obter uma perspectiva holística dos participantes. Utilizaram-se notas de campo da ação de formação e das aulas observadas, relatórios de aula, sequências didáticas (*Teaching and learning sequences*, TLS), questionário, entrevista semiestruturada, registo audiovisual de alguns momentos do curso. É este conjunto de dados qualitativos que é alvo de uma análise indutiva que nos permitiu perceber melhor o processo de integração dos recursos visuais em sala de aula e detetar dificuldades e possíveis alterações nas suas concepções acerca destas ferramentas após a formação. Desta forma, pretendemos dar ênfase à perspectiva desenvolvimentista que pressupõe mudanças no pensar e na ação. Adotou-se um estudo de dois casos, o caso do Brasil e o caso de Portugal para compreender os sujeitos que participam em uma ação de formação, os seus problemas particulares ou situações únicas, tendo por base o seu contexto e partindo do pressuposto que o fenómeno em estudo é difícil de separar do contexto. A opção por esta estratégia faz-se com base nas abordagens possíveis descritas por Erikson (1998) para a pesquisa qualitativa. Este autor apresenta a etnografia, a observação participante, o estudo de caso, o interacionismo simbólico, abordagens fenomenológicas, construtivistas e interpretativas, que apresentam aspectos em comum. Para Yin (2003), o estudo de caso é uma das estratégias possíveis que pode ser utilizada na pesquisa qualitativa e apresenta vantagens e desvantagens peculiares, dependendo estas de três condições: o tipo de questão de pesquisa, o controlo do pesquisador sobre os eventos a pesquisar e foco em acontecimentos contemporâneos por oposição a acontecimentos históricos. Para este autor, o estudo de caso é vantajoso quando são colocadas questões do tipo “Como?” e “Por quê?”, em

que o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos sendo estes contemporâneos e contemplando fatos da vida real. O estudo de caso possibilita o conhecimento de fenômenos de natureza individual, de grupo, política, organizacional e social. Da mesma forma, utiliza-se uma orientação interpretativa, buscando a atividade humana, tentando encontrar um significado para as suas ações em cenários concretos embutidos em contextos mais amplos que os circundam. Para o pesquisador o desafio é dar um significado ao que se observa (DENZIN, 2003) e não existe uma interpretação melhor ou mais correta do que outra, nem a utilização de um computador pode garantir a credibilidade de uma interpretação (LICHTMAN, 2006).

De fato este é um dos pontos que é importante garantir em uma pesquisa qualitativa, a sua credibilidade. Usando uma diversidade de dados, procuramos caracterizar a situação da forma mais completa possível e, simultaneamente, atender a este aspecto fundamental da metodologia qualitativa que é a triangulação de dados, o que significa olhar para o mesmo fenômeno a partir de fontes distintas (ERIKSON, 1998). A triangulação pode assumir quatro formas básicas segundo Janesick (1998): triangulação pela teoria, em que se utiliza um conjunto de teorias para interpretar os mesmos dados; triangulação metodológica, onde se faz a utilização de múltiplos métodos para estudar um único problema; triangulação do pesquisador, onde vários pesquisadores realizam o mesmo estudo e triangulação dos dados, que utiliza uma variedade de fontes de coleta de dados. Para além desta técnica, outros autores (LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 1994) discutem outras formas de incrementar a validade de uma pesquisa qualitativa: interação entre o pesquisador e os participantes, duração prolongada desse contato e documentação dos procedimentos. Neste estudo, procuramos atender a estas quatro estratégias, mantendo durante a formação uma relação de proximidade com os professores participantes, estando a pesquisadora presente em todas as sessões da ação de formação, respondendo a todas as solicitações pedidas por email pelos participantes, assistindo sempre que possível às aulas que corresponderam à aplicação das sequências didáticas elaboradas pelos professores e registro dos procedimentos que foram sendo efetuados. Em alguns momentos, partilha das sequências didáticas com todo o grupo em formação e entrevista semiestruturada, foi efetuado um registro audiovisual.

6.2 Participantes

No ponto seguinte deste trabalho, descreveremos os professores participantes nos dois estudos de caso, o caso brasileiro e o caso português. São, igualmente, apresentados, para

ambos os casos, a constituição de cada grupo, a forma como esta aconteceu, o tipo de colaboração, ou seja, aspectos da sua dinâmica e características.

6.2.1 CASO DO BRASIL

Na primeira fase, este estudo foi realizado com catorze professores de ciências do ensino fundamenta e médio da rede pública da cidade de São Paulo. Na Tabela 6.1, encontra-se uma caracterização geral dos professores em termos de curso de graduação, disciplinas lecionadas atualmente, tempo de serviço total e horário semanal. Neste trabalho, os professores do Brasil foram identificados por um código (PB1, PB2, etc.).

Tabela 6.1 – Caracterização geral dos professores

Professor	Curso de Graduação	Disciplina (s)	Horário letivo semanal (horas)	Tempo total de serviço (anos)
PB1	Bacharelado em Química	Química	24	4
PB2	Biologia	Ciências e Biologia	35	4
PB3	Licenciatura em Química	Química/Física e Matemática	30	3
PB4	Química Industrial/Lic. Química	Química e Ciências	60	20
PB5	Química	Química e Ciências	40	18
PB6	Ciências biológicas	Ciências	18	7
PB7	Licenciatura Química/Licenciatura Física	Química e Física	32	16
PB8	Ciências biológicas	Ciências	21	6
PB9	Licenciatura plena em Química/ Lic.em Pedagogia	Química/Física e Matemática	42	5
PB10	Licenciatura plena em Química/Lic.em Pedagogia	Química	48	10
PB11	Licenciatura em Química	Química	30	3
PB12	Química	Química	18	8
PB13	Ciências Biológicas	Ciências/Biologia	25	8
PB14	Química Industrial/Licenciatura Química	Química	20	12

Como se pode ver pela Tabela 6.1, a maioria dos professores tem formação em Química e leciona esta disciplina, existindo apenas um professor com formação em Física que leciona esta disciplin e quatro professores com formação na área da Biologia, lecionando Biologia e/ou Ciências no ensino Fundamental. Este fato deve-se ao tema do curso que era preferencialmente para professores de Química do ensino médio, como veremos no ponto seguinte. Destes dados salientamos, igualmente, que a maioria dos professores tinha dez anos

de serviço, ou menos. Todos os professores lecionavam em escolas estaduais e federais diferentes, sendo a sua localização muito diversa. A maioria dos professores lecionava em escolas da cidade de São Paulo, embora em bairros distintos (Perdizes, Santo Amaro, Itaim Bibi, Mooca, Brasilândia, Ipiranga, Cidade Dutra, Pinheiros, etc.), sendo que dois lecionavam em cidades periféricas da região metropolitana de São Paulo, nomeadamente em Múia e Ribeirão Pires. Dois professores (PB4 e PB10) referiram lecionar, igualmente, em escolas privadas.

Na Tabela 6.2, encontra-se outro conjunto de dados que permite caracterizar estes participantes de uma forma mais ampla. Nesta tabela, encontram-se dados relativos ao nível de conhecimentos de Inglês e de Informática, que estes professores relatam ter, assim como, a existência ou não de laboratório de informática, suporte técnico e data-show na escola. Da mesma forma apresentamos, por professor, a existência, ou não, de pressões externas para o uso destes recursos e os motivos que os levaram a frequentar esta formação.

Tabela 6.2 – Caracterização dos professores

Professor	Nível de Inglês	Conhecimentos de Informática	Existência de laboratório de informática	Existência de data-show	Suporte técnico	Pressão externa	Motivos para frequentar esta formação
PB1	Básico	Bons	Sim	Sim	Não	Sim	Necessidade de melhorar a abordagem em sala de aula
PB2	Bons	Médios	Sim	Não	Não	Não	Para usar estes recursos na sala de aula
PB3	Básico	Médios	Sim	Sim	Não	Sim	Necessidade de desenvolver habilidades
PB4	Básico	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Procurar novos conhecimentos e melhorar profissionalmente
PB5	Básico	Básicos	Não	Sim	Não	Não	Conhecer e manipular novos recursos. Procurar motivação.
PB6	Bons	Bons	Não	Sim	Não	Sim	Importância destes recursos na educação e seu potencial pedagógico
PB7	Médio	Médios	Sim	Não	Não	Não	Novas formas de ensinar e aprender. Novos recursos para a sala de aula.
PB8	Médio	Médios	Sim, mas fechado	Sim, mas ainda não disponível	Não	Não	Novas formas de abordar conceitos químicos
PB9	Básico	Médios	Sim	Sim	Raro	Sim	Melhorar os conhecimentos em recursos multimídia para obter melhores resultados em sala de aula
PB10	Básico	Básicos	Não	Sim	Não	Sim	Melhorar os conhecimentos em recursos multimedia para obter melhores resultados em sala de aula
PB11	Bons	Bons	Sim	Sim	Sim, mas ainda não dispon.	Ainda não, mas esperada	Conhecer novos recursos para a sala de aula
PB12	Médio	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Melhorar o conhecimento em recursos de “fora” da sala para obter melhor resultados
PB13	Básico	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Atualização e conhecimentos de novas práticas pedagógicas
PB14	Básico	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Novos conhecimentos e novas técnicas com multimídia

Este grupo de catorze professores, de um total de vinte que inicialmente se inscreveram no curso, mostrou-se muito empenhado e interessado desde a primeira sessão, todos demonstraram vontade de atualizar as suas práticas pedagógicas de modo a obter melhores resultados em sala de aula. Foi um grupo assíduo e pontual, apesar de alguns professores demorarem cerca de duas horas para chegarem à Faculdade de Educação da

Universidade de São Paulo, local onde foi lecionado o curso, aos sábados de manhã. Dos restantes seis professores, cinco já não voltaram para a segunda sessão e um acabou por desistir a meio do curso alegando falta de tempo. Os catorze professores que completaram o curso revelaram estarem muito satisfeitos por terem conseguido a vaga, uma vez que estavam muito interessados pessoalmente na temática, embora cinco destes tenham mencionado que estavam a receber pressões institucionais para usarem recursos multimídia nas suas aulas. Sete referiram que introduzem frequentemente estes recursos em sala de aula, um professor relata que usa muito frequentemente, quatro referiram que usam raramente estes recursos e dois professores mencionam que nunca usam este tipo de recursos.

Em relação ao tipo de visualizações mais usadas, a maioria dos professores menciona imagens estáticas e modelos concretos. No entanto, alguns acrescentam o vídeo e um número mais reduzido (apenas três) menciona o uso de animações e simulações. Os conteúdos onde estes recursos são mais usados na Química são: modelos atômicos, soluções, tabela periódica, termoquímica, transformações, orgânica, ligações químicas, separação de misturas. Nas Ciências mencionam: no estudo dos seres vivos, estudo do corpo humano e na introdução à astronomia. Três professores mencionam o uso destes recursos em todos os conteúdos da proposta curricular. Revelam igualmente que notam interesse dos alunos neste tipo de recursos.

No que diz respeito à participação no curso, de uma forma geral todos os professores procuraram participar nas tarefas propostas ao longo do curso. Comentando, no entanto, que a sua elevada carga horária em sala de aula, por vezes não lhes permitia investir mais nas leituras dos textos que suportavam algumas das temáticas e tarefas desenvolvidas durante o curso. Por este motivo, durante as sessões procuravam rentabilizar ao máximo o tempo, lendo os textos, discutindo algumas questões, dando a sua opinião ou construindo a sequência didática solicitada.

Uma vez que estes professores não se conheciam entre si, a formação dos grupos foi feita com base nas disciplinas e nos anos letivos que estavam, naquele momento, a lecionar. Este fato levou a que ficassem no mesmo grupo professores de zonas muito distintas e distantes da cidade, levando-os a ter de conceber uma sequência didática para uma população escolar com características muito peculiares e diversas. Da mesma forma, tornava-se impossível encontrarem-se presencialmente durante a semana para efetuarem qualquer tarefa

relacionada com o curso de formação, quer pela falta de tempo, quer pelas elevadas distâncias entre as respectivas escolas e residências. Sendo assim, a comunicação ao longo da semana entre os membros dos grupos era efetuada de uma forma não presencial, por telefone ou email. Desta forma formaram-se quatro grupos que nomeamos por A, B, C e D, com características muito distintas, que apresentamos na Tabela 6.3:

Tabela 6.3 – Constituição dos grupos

Grupo	Professor
A	PB2
	PB5
	PB8
	PB13
B	PB1
	PB4
	PB14
C	PB3
	PB7
	PB11
	PB12
D	PB6
	PB9
	PB10

O Grupo A era composto por quatro professores (três professoras e um professor), três deles eram graduados em Biologia ou Ciências Biológicas e o quarto elemento tinha uma graduação em Química. Todos referiram estar à procura de novos conhecimentos e desenvolver-se profissionalmente. Eles formaram um grupo heterogêneo: uma professora (PB5), com uma experiência de ensino elevada (dezoito anos), outra professora, com menor experiência de ensino (oito anos), mas com elevado nível de conhecimentos de informática. Os outros dois professores (PB2 e PB8) mostraram conhecimentos básicos de informática e revelaram alguma falta de confiança na construção da sequência, mas vontade em envolver-se nas tarefas e aprender. Sendo assim, o grupo trabalhou colaborativamente e mostrou-se confortável em fazer esse planeamento. Dado que todos lecionavam Ciências Naturais decidiram desenvolver uma sequência didática, bastante detalhada, no âmbito do conteúdo “Mudanças de estado Físico”, que pertence ao currículo da referida disciplina (alunos da 8ª série (9ºano) do Ensino Fundamental II da rede pública de ensino).

O Grupo B era formado por três professores. Um deles (PB4) tinha vinte anos de experiência de ensino e mostrou bons conhecimentos de informática, os outros revelaram dificuldades para trabalhar com os computadores e, a mais jovem (PB1), salientou que nunca

tinha usado este tipo de ferramentas, nomeadamente as multimídia. Referem dificuldades pedagógicas, nomeadamente no “por que usar?”. Todos eles tinham uma licenciatura em Química e escolheram, para construir a sequência didática, o conteúdo “Velocidade de uma reação química”, para alunos do 3º ano do Ensino Médio da rede estadual, usando duas aulas de 50 minutos. À semelhança do grupo anterior, escolheram este tópico por fazer parte dos conteúdos que iriam abordar na sala de aula. Tendo em conta que só tinham um computador na sala de aula eles planejaram projetar e trabalhar com toda a classe. Eles referem que, no início, tiveram algumas dificuldades em escolher as ferramentas visuais apropriadas, tendo acabado por escolher um software de acesso restrito fornecido pelo editor dos livros adotados na escola onde um deles lecionava. Inicialmente, mostraram-se desconfortáveis com esta escolha, mas conversando com a formadora, foram incentivados a fazê-lo e perceberam que era uma boa oportunidade para explorar com o grupo as potencialidades do software que podiam utilizar nas suas próprias aulas. A sequência didática elaborada não é muito rica em detalhes, há um conjunto sequencial de momentos, mas não há uma duração definida para cada um deles, assim como os objetivos que são bastante gerais.

Em relação ao Grupo C, este era formado por quatro professoras. Todas tinham uma licenciatura em Química e uma delas tinha também uma graduação em Física. A professora mais experiente (PB7) e PB11 mostraram bons conhecimentos de informática, enquanto PB3 e PB12 revelaram algumas dificuldades no uso de tecnologia. Elas escolheram um tema que todas costumavam lecionar e achavam difícil de ensinar. Duas das professoras estariam ensinando este tópico daí a algumas semanas, assim, escolheram para lecionar, como o grupo anterior, o tema “Cinética Química”. Apresentam uma sequência didática bem detalhada, distinguindo os momentos de cada aula, os respectivos objetivos, duração e recursos necessários. Este foi o único grupo do Brasil que aplicou a sequência didática em sala de aula, encetou uma atividade investigativa sobre a prática e partilhou os resultados com o grupo em formação.

O Grupo D era formado por três professores (inicialmente eram quatro, mas um desistiu do curso). Um dos professores tinha uma licenciatura² em Ciências Biológicas (PB6) e os outros tinham uma licenciatura em Química. Desde o início eles mostraram algumas dificuldades em escolher o tema e em construir a sequência didática. Demoraram muito a decidir qual o conteúdo, tendo restado pouco tempo para a elaboração da sequência. Como o

² No Brasil uma licenciatura é um curso de ensino

Grupo A eles decidiram trabalhar sobre um tema comum a ambos os professores "Mudanças de Estado Físico" e "Ponto de ebulição e de fusão". Eles construíram uma sequência didática para quatro aulas, mas com poucos detalhes, que apenas apresentaram na comunicação oral à turma em Power Point.

6.2.2 CASO DE PORTUGAL

A segunda parte deste estudo foi realizado com catorze professores de Ciências Físico e Químicas do ensino Fundamental (básico) e Médio (secundário) da rede pública de Lisboa. Na Tabela 6.4, encontra-se uma caracterização geral dos professores em termos de curso de graduação, disciplinas lecionadas atualmente, horário letivo semanal e tempo de serviço total. Tal como no caso do Brasil, os professores foram identificados por um código (PP1, PP2, etc.).

Tabela 6.4 – Caracterização geral dos professores

Professor	Curso de Graduação	Disciplina (s)	Horário letivo semanal (horas) ³	Tempo total de serviço (anos)
PP1	Licenciatura em Ensino de Química e Física (variante Química)	C. Físico-Químicas/Física e Química A	20	11
PP2	Licenciatura em Ensino de Química e Física	C. Físico-Químicas	22	8
PP3	Licenciatura em Ensino de Química e Física (variante Química)	Físico e Química A	16	9
PP4	Eng. Química	C. Físico-Químicas/Física e Química A	18	20
PP5	Eng. Química	Físico e Química A	20	21
PP6	Eng. Química Industrial/Mestrado em Ciências da Educação	C. Físico-Químicas/Física e Química A	18	19
PP7	Eng. Química Industrial/Mestrado em Química para o Ensino	C. Físico-Químicas/Física e Química A	18	28
PP8	Eng. Física e dos Materiais	C. Físico-Químicas/Física	20	17
PP9	Eng. Química Industrial	C. Físico-Químicas/Física e Química A	22	18
PP10	Licenciatura em Ensino de Química e Física	C. Físico-Químicas	22	12
PP11	Licenciatura em Química/Mestrado em Didática das Ciências	C. Físico-Químicas	22	14
PP12	Licenciatura em Química/Mestrado em Ciências da Educação	Físico-Química A/Química	20	24
PP13	Eng. Química/Mestrado em ensino de Física e Química	C. Físico-Químicas	22	1
PP14	Licenciatura em Ensino de Química/Mestrado em Metodologia do Ensino de Ciências	Físico-Química A/Química	20	25

³ A maioria dos professores tem no seu horário mais duas a três horas (depende da escola) de serviço de escola (por exemplo, apoio individual a alunos), que não é considerado hora letiva, ou seja, a lecionar a sua disciplina com uma turma em sala de aula.

Como se pode ver pela Tabela 6.4, a maioria dos professores tem formação em Ensino de Química e/ou de Física e leciona a disciplina de Ciências Físico-Químicas no Ensino Básico e/ou Física e Química A do Ensino Secundário (Ensino Fundamental II e 1º/2º ano do Ensino Médio, respectivamente), existindo seis professores com formação na área da Engenharia Química, um em Eng. Física, lecionando este a disciplina de Física do Ensino Secundário (3º ano do Ensino Médio). Salientamos, igualmente, que seis professores possuíam uma pós-graduação na área da educação, nomeadamente mestrado.

Destes dados destacamos, igualmente, que a maioria dos professores tinha mais de dez anos de serviço. Estes participantes, ao contrário do caso do Brasil, já se conheciam em alguns casos. A maioria lecionava em escolas da zona metropolitana de Lisboa, situadas em pequenas cidades periféricas, mas na maioria dos casos próximas da cidade de Lisboa (Massamá, Odivelas, Sacavém, Brandoa, Almada, etc.). Na Tabela 6.5, encontra-se outro conjunto de dados que permite caracterizar estes participantes de uma forma mais ampla. Nesta tabela, encontram-se dados relativos ao nível de conhecimentos de Inglês e de Informática, que estes professores relatam ter, assim como, a existência ou não de laboratório de informática, suporte técnico e data-show na escola. Da mesma forma, apresentamos, por professor, a existência, ou não, de pressões externas para o uso destes recursos e os motivos que os levaram a frequentar esta formação, conforme depoimento deles.

Tabela 6.5 – Caracterização dos professores

Professor	Nível de Inglês	Conhecimentos de Informática	Existência de laboratório de informática	Existência de data-show	Suporte técnico	Pressão externa	Motivos para frequentar esta formação
PP1	Básico	Básicos	Sim	Sim	Não	Não	O tema ser interessante e útil.
PP2	Básico	Básicos	Sim	Sim	Não	Não	Tema pertinente e atual; Aumentar o conhecimento sobre estes recursos.
PP3	Básico	Básicos	Sim	Sim	Sim	Não	Tema relevante devido à utilização mais acentuada em sala de aula.
PP4	Básico	Básicos	Sim	Sim	Não	Não	Aprender algo novo para ajudar a preparar as aulas. Obter créditos.
PP5	Bom	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Aprender algo novo para ajudar a preparar as aulas e captar a atenção dos alunos.
PP6	Médio	Médios	Sim	Sim	-	-	Aprender
PP7	Médio	Básicos	Sim	Não	Não	Não	Interesse pelo tema e não dominar a área.
PP8	Médio	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Adquirir mais informação e conhecimentos sobre recursos multimídia; Complementar recursos que já utiliza em sala de aula.
PP9	Básico	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Interesse pelo tema; Necessidade de trabalhar os assuntos em causa.
PP10	Básico	Médios	Sim	Sim	Não	Não	Importância dos recursos multimídia na sala para a aprendizagem.
PP11	Bons	Bons	Sim	Sim	Não	Não	Tema interessante; Aumentar o conhecimento nestes recursos.
PP12	Básico	Básicos	Sim	Sim	Sim	Não	Aperfeiçoar os conhecimentos nesta área.
PP13	Médio	Médios	-	Sim	Não	Não	Encontrar novas formas de motivar os alunos para estes conseguirem bons resultados.
PP14	Médio	Bons	Sim	Sim	Não	Não	Aumentar o conhecimento

Deste conjunto de dados, constatamos que os professores estão interessados no tema e procuram desenvolver o seu conhecimento em geral, sendo estes os principais motivos que os levaram a inscrever-se na ação de formação. Não manifestam pressões externas para usar visualizações em sala de aula. Em termos de tecnologia, todos referiram ter disponível na escola um laboratório de informática e data-show, com exceção de um professor que menciona a inexistência de data-show. Não têm qualquer suporte técnico para o uso de tecnologia.

Estes catorze participantes faziam parte de um grupo inicial de vinte professores que se inscreveram no curso de formação, tendo três desistido logo no início. Restaram dezessete professores que completaram o curso, mas por problemas técnicos em um dos grupos, os registros audiovisuais ficaram com uma qualidade muito fraca para se conseguir fazer a transcrição. Sendo assim, restaram catorze professores que se dividiram em cinco grupos. A formação dos grupos, ao contrário do caso do Brasil, teve por base conhecimentos pessoais prévios que alguns destes professores tinham entre si, sendo que, por vezes, lecionavam na mesma escola. Sendo assim, agruparam-se de acordo com a escola de proveniência, ou amizade pessoal e não de acordo com os anos letivos que estavam a lecionar no momento, apesar de, em alguns casos, existirem professores da mesma escola que lecionavam a mesma disciplina e o mesmo ano letivo. Este fato levou uma das professoras, que não conhecia ninguém, a realizar a sequência didática individualmente, por opção própria.

Em relação à frequência de uso de visualizações, dez professores referiram que introduzem frequentemente estes recursos em sala de sala e quatro referiram muito frequentemente. A maioria dos professores menciona o uso de todo o tipo de visualizações, imagens estáticas, modelos concretos, animações, simulações e filmes, com exceção de uma professora que não menciona o uso de simulações e animações. Os conteúdos onde estes recursos são diversos: som, luz, astronomia, movimentos e forças, tabela periódica, modelos atômicos. No entanto, a maioria dos professores menciona o uso geral, ao longo do currículo de Química ou Física.

No que diz respeito à participação no curso, de uma forma geral todos os professores procuraram realizar as tarefas propostas ao longo do curso. Contudo, mostraram algum cansaço durante as sessões, uma vez que estas se realizavam ao final do dia (horário noturno), após um dia de aulas. Por este motivo, alguns professores tinham dificuldade em ser pontuais e manter a concentração ao longo de cada sessão. Contudo, como a maioria trabalhava na mesma escola, durante a semana tinham a possibilidade, ao contrário dos professores do Brasil, de se encontrarem presencialmente e elaborarem algumas das tarefas solicitadas durante as sessões em conjunto. Desta forma, formaram-se *cinco grupos* cuja constituição se apresenta na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 – Constituição de cada grupo

Grupo	Professores
A	PP12
	PP13
	PP14
B	PP4
	PP5
	PP6
C	PP7
	PP8
	PP9
	PP10
D	PP1
	PP2
	PP3
E	PP11

O Grupo A é formado por três professoras, duas das quais tinham uma grande experiência e uma terceira, com apenas um ano de experiência profissional. Ambas apresentavam uma pós-graduação na área de educação e já se conheciam previamente. Mostraram-se muito interessadas e empenhadas na temática, contribuindo com frequência durante as sessões de formação para as reflexões efetuadas em grupo, nomeadamente PP12 e PP14. Decidiram escolher o conteúdo “Equilíbrio Químico”, que ambas as professoras PP12 e PP14 estavam a lecionar para elaborar a sequência didática. Este grupo não só efetuou a utilização da sequência em sala de aula, pela professora PP14 com a presença de PP12, como pôs em prática uma atividade investigativa para perceber o impacto do uso de um recurso multimídia (simulação) como uma estratégia de ensino na compreensão do conceito de equilíbrio químico. Apresentaram uma sequência didática, rica em detalhes, assim como, um relatório completo da aplicação da sequência didática em sala de aula. Durante a comunicação oral com todo o grupo em formação, apresentaram toda a sequência de ensino, conteúdos abordados, recursos usados, estratégias, resultados obtidos a partir da atividade investigativa. Mostraram grande empenho e dedicação na elaboração de sequência, na sua aplicação e na partilha dos resultados.

O Grupo B era constituído por três professoras da mesma escola que trabalhavam juntas frequentemente, por isso, mostraram-se sempre um grupo unido e colaborativo.

Revelaram um interesse pessoal no tema e, apesar de por vezes acusarem algum cansaço de final de dia, tentaram contribuir para as reflexões e atividades realizadas durante as sessões de formação. Todas possuem grande experiência profissional, cerca de vinte anos de ensino cada uma, conhecem bem os alunos, a escola e os seus recursos. Decidem elaborar uma sequência de ensino sobre um conteúdo da disciplina de Ciências Físico-Químicas do Ensino Básico (8º ano), intitulado o “Som”, que somente a professora PP6 estava a lecionar no momento, mas que todas costumam lecionar em outros anos. Por este motivo, a sequência foi aplicada em duas turmas desta professora. Apresentam, igualmente, uma sequência didática detalhada e um relatório da aplicação em sala de aula.

O grupo C era igualmente constituído por quatro professoras da mesma escola, todas com mais de dez anos de experiência profissional, em que duas das professoras possuíam uma pós-graduação. Mostram-se interessadas na temática e procuraram envolver-se nas atividades realizadas durante a formação. Escolheram, para elaborar a sequência didática, um tema que estava a ser lecionado por duas das professoras (PP8 e PP9), tendo sido a sequência aplicada em uma das turmas da professora PP9. À semelhança do grupo B, também apresentam uma sequência didática detalhada e um relatório da aplicação em sala de aula.

Relativamente ao grupo D, este era constituído por três professoras que não lecionavam na mesma escola, mas já se conheciam pessoalmente antes desta ação de formação. Possuíam entre oito e onze anos de experiência profissional e participaram de uma forma irregular nas sessões de formação, nomeadamente as professoras PP1 e PP3. À semelhança do grupo anterior, escolheram o tema “Eletricidade”, do 9º ano do Ensino Básico, para desenvolverem a sequência didática. Este tema estava a ser lecionado por duas das professoras do grupo (PP1 e PP2) e a sequência didática foi implementada pela professora PP2. Apresentam, tal como os grupos B e C, uma sequência didática detalhada e um relatório da aplicação em sala de aula.

O Grupo E, na realidade não é um grupo, embora tenhamos mantido esta designação por questões de apresentação dos resultados, dado que é formado por uma única professora (PP11) que acabou por ficar sozinha quando os grupos se formaram espontaneamente com base em relações pessoais anteriores à ação de formação. Apesar de ter sido sugerido à professora que se juntasse a um dos grupos, esta preferiu ficar sozinha afirmando que se sentia à vontade para elaborar sozinha a sequência. Sendo assim, a sua vontade foi respeitada. Esta professora decidiu elaborar uma sequência didática, abordando, tal como o Grupo B, o tema o “Som”, conteúdo programático do 8º ano do Ensino Básico, tendo a sequência sido

aplicada a 3 turmas do referido ano de escolaridade. A professora apresenta uma sequência bem detalhada, além de um relatório sobre a aplicação em sala de aula.

6.3 Plano de formação

De acordo com o exposto até o momento, o uso de visualizações em sala de aula é um ato pedagógico complexo, que requer do professor conhecimento em diversos domínios, de forma a corresponder de forma positiva aos vários desafios que o uso destes recursos apresenta. A formação nesta área tem privilegiado o uso de recursos visuais digitais, e tem incidido nos aspectos mais técnicos (ROGERS; TWIDLE, 2011), esquecendo os aspectos pedagógicos. “Introduzir simplesmente tecnologia no processo educacional não é suficiente para assegurar a sua integração no processo, dado que a tecnologia por si só não leva à mudança” (KOEHLER; MISHRA, 2005, p.132). Desta forma, procurou-se elaborar um plano de formação que serve de contexto a este estudo e onde fosse possível pesquisar junto com os professores, questões pedagógicas relacionadas com a integração de visualizações, com ênfase especial nos modelos e nos ambientes multimídia.

No diagrama da Figura 6.1 procuramos sintetizar algumas das questões-chave que se colocam ao professor ao introduzir estas ferramentas em sala de aula.

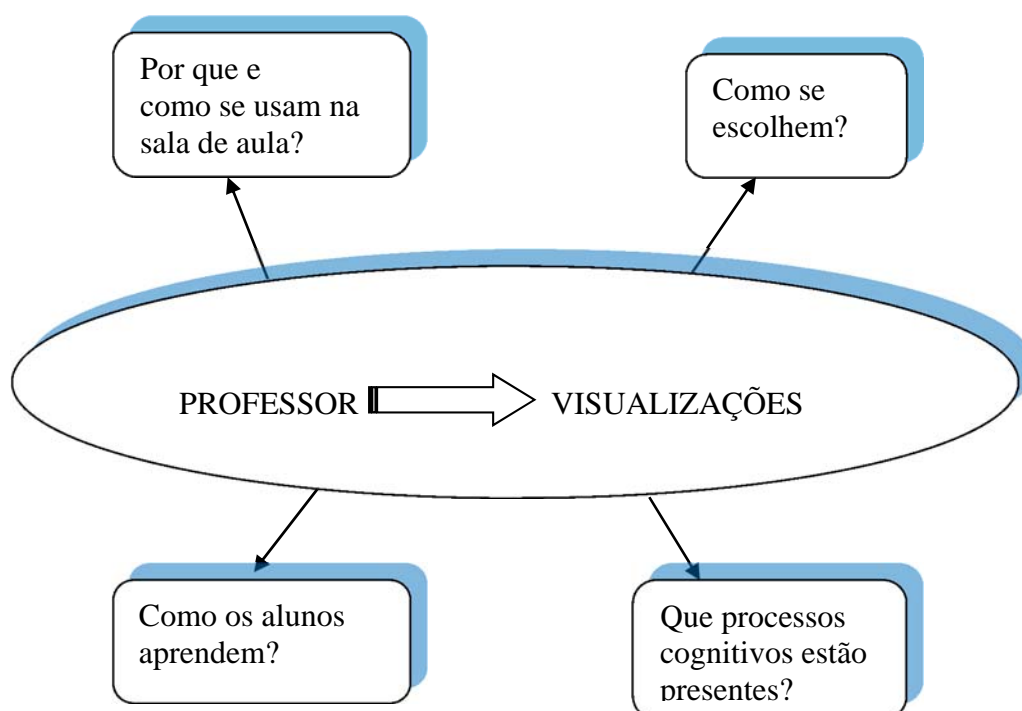


Figura 6.1 – Desafios dos professores relacionados com o uso de visualizações.

O desenvolvimento deste plano de formação assentou na perspectiva de permitir ao professor a discussão de soluções/respostas para estes desafios, ou seja, criando situações de formação em que os professores pudessem discutir as diferentes potencialidades educativas associadas a este tipo de ferramentas, de modo a poderem selecioná-las, adaptá-las, implementá-las e avaliá-las nas suas práticas. A questão dupla “Por que e como se usam em sala de aula?” está diretamente relacionado com o papel da visualização na ciência e com o forte impacto no de processo ensino-aprendizagem e, simultaneamente, com o papel do professor na condução e na avaliação das aulas com o uso destas ferramentas. A discussão destes papéis encontra-se em duas teorias da psicologia (sociocultural e cognitiva) que vários autores consideram opostas (GREENO, 1998; ROTH, 2001), mas que, para outros, serão complementares (KOZMA; RUSSELL, 2005; SANTANELLA; NOTH, 2010). Sendo assim, pensamos que estas teorias podem trazer subsídios para ajudar os professores a entenderem melhor o papel destes recursos na aprendizagem e o papel do professor. Dentre os vários tipos de visualizações utilizadas pelos professores, os modelos surgem com um dos mais usados nas aulas de Química e Física, sendo assim, tornou-se necessário criar um espaço na formação que permitisse aos professores (re)pensar o papel deste tipo de visualizações na Ciência e no ensino da Ciência. Desta forma, discutiram-se as questões epistemológicas associadas ao conhecimento científico.

Em relação à questão “Como o aluno aprende?”, à semelhança da questão anterior, o conhecimento das teorias atrás expostas pode contribuir para desenvolver no professor um outro olhar sobre como se dá a aprendizagem, ou seja, como o homem tem acesso ao conhecimento. Promove-se, assim, a discussão da dicotomia entre a transmissão e a construção de conhecimento.

As questões “Como se escolhem?” e “Quais os processos cognitivos que estão presentes?” poderão encontrar esclarecimentos na área da psicologia cognitiva, cujos recentes desenvolvimentos têm contribuído para um melhor entendimento dos processos pelos quais o homem adquire conhecimento. Como já referido anteriormente, a escolha destes recursos pelo professor é um dos pontos de maior importância no papel do professor. Saber escolher os melhores “artefatos” para mediar a aprendizagem de um determinado conjunto de alunos é uma das competências que se espera de um professor e esta decisão deve em primeiro lugar ser guiada pelo objetivo da atividade (tipo de conteúdos a aprender e competências a desenvolver nos alunos). Deve, também, ter presente o conjunto de conhecimentos prévios

que os alunos já possuem e que serão necessários para interpretar determinada visualização e, simultaneamente, se estes já conhecem as convenções associadas a estes tipos de representações. Preconiza-se uma adequação das características da ferramenta ao(s) objetivo(s) da atividade/aula. Por exemplo, alguns autores aconselham o uso de animações ou simulações para destacar a natureza dinâmica de alguns fenômenos. Por fim, é aconselhável avaliar a “qualidade” da ferramenta. Esta avaliação torna-se especialmente importante em recursos multimídia em que a informação pode ser apresentada em vários formatos (texto escrito, narração, imagem). Os efeitos multimídia estão particularmente presentes em três dos tipos de visualização que ganham mais terreno em sala de aula: a reprodução do fenômeno filmado (quando possível), a animação obtida pela sequência de ilustrações e a simulação por meio de uma combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam o fenômeno. Esta avaliação pode ser feita com base em algumas teorias da psicologia cognitiva. O conhecimento destas teorias permitirá aos professores uma seleção mais criteriosa destes recursos, procurando recursos com um *design* mais alinhado possível com a cognição humana contribuindo assim de uma forma mais efetiva para a construção de conhecimento e evitando até a introdução de concepções errôneas. Da mesma forma, permitirá aos professores ter uma noção dos processos cognitivos que estão presentes durante uma aprendizagem (atenção, recuperar e organizar informação, integrar informação em conhecimentos pré-existentes, etc.) o que guiará a forma como os professores interagem com os alunos e como farão a introdução destes recursos em sala de aula.

No entanto, os professores precisam não só ter o conhecimento acerca das potencialidades destes recursos, eles precisam pôr esse conhecimento em prática e verificar as vantagens na aprendizagem dos alunos (HEWSON, 1992; HOY; DAVIS; PAPE, 2006). Só assim, os professores poderão atribuir um significado a todo este embasamento teórico, refletindo sobre ele para uma posterior incorporação nas suas práticas. Face ao exposto, as finalidades da ação de formação foram:

- 1) promover a conscientização da importância de selecionar, adaptar e avaliar ferramentas visuais que contribuam para o desenvolvimento de competências científicas, processuais e digitais;
- 2) analisar e discutir as potencialidades dos vários tipos de visualizações, com especial destaque para os modelos e para recursos multimídia embutidos em tecnologia;

- 3) desenvolver a capacidade de trabalhar em colaboração com outros professores, fomentando a partilha de ideias e experiências;
- 4) proporcionar o desenvolvimento de um trabalho de natureza investigativa;
- 5) comunicar os resultados obtidos na sala de aula;
- 6) proporcionar a reflexão sobre a prática.

De forma a atingir estes objetivos, foram abordados os seguintes conteúdos:

- 1) Natureza do conhecimento científico (Concepções epistemológicas/formação docente⁴);
- 2) Finalidades do ensino das ciências e currículo das ciências⁵;
- 3) Teoria sociocultural de Vygotsky, Teoria dos signos de Pierce⁶ e teorias da psicologia cognitiva (Codificação Dual de Paivio, Carga Cognitiva de Sweller, Aprendizagem por Multimídia de Mayer);
- 4) Modelos como representações simplificadas de um fenómeno; Tipos de modelos; A importância da modelação na ciência e no ensino de ciências.
- 5) Caracterização de alguns tipos de ferramentas visuais (modelos concretos, imagens 2D e 3D, animações e simulações)

Desta forma, a ação de formação foi dividida em cinco etapas, tal como se apresenta na Figura 6.2:

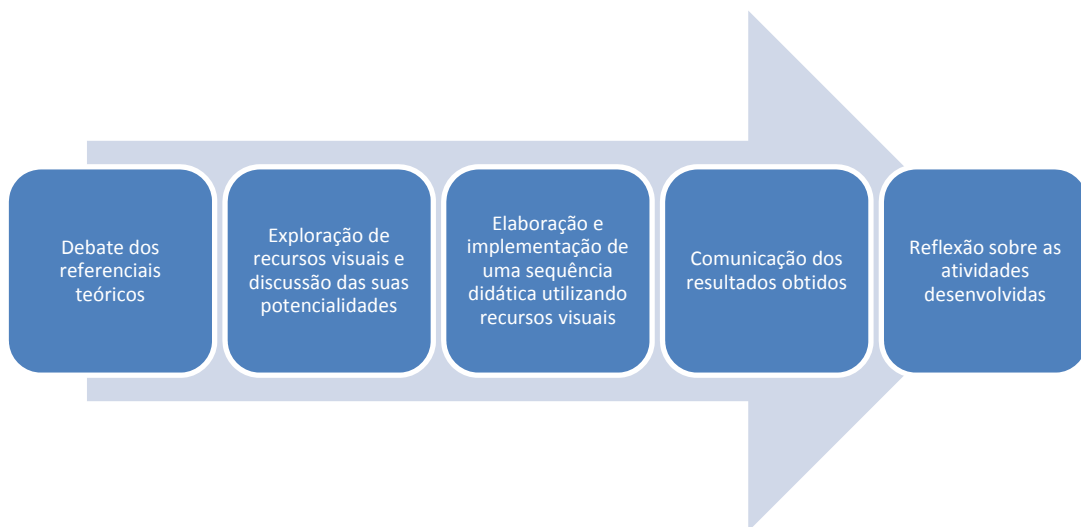


Figura 6.2 - Etapas do curso de formação.

⁴ Este tópico foi abordado apenas no caso do Brasil

⁵ Tópico apenas abordado no Caso de Portugal

⁶ Tópico abordado apenas no Caso do Brasil

Este curso de formação continuada foi aplicado em dois contextos distintos, que designamos por Caso do Brasil e Caso de Portugal, tendo sido aplicado inicialmente no Brasil e, depois, em Portugal. Desta forma, procurou-se manter a estrutura geral, mas verificou-se a necessidade de efetuar alguns ajustes relacionados com o número de horas e formato do curso. Sendo assim, descrevem-se, de seguida, os objetivos, tarefas e materiais utilizados em cada uma das etapas da ação de formação, assim como a respectiva duração, para cada um dos casos pesquisados neste estudo.

6.3.1 CASO DO BRASIL

No Brasil, o curso de formação continuada foi realizado, em período diurno, durante os meses de março a junho de 2011, no total de 10 sessões presenciais de quatro horas cada, perfazendo 40 horas de curso. A formação decorreu na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, na cidade de São Paulo, uma megametrópole da América do Sul, Brasil.

Primeira Etapa

A primeira etapa que se iniciou na primeira sessão, com a apresentação dos formadores, incluindo a pesquisadora e dos formandos, preenchimento de questionários, descrição dos objetivos, conteúdos, tarefas, formas de avaliação dos formandos e da ação, decorreu normalmente e prolongou-se por mais duas sessões. Salienta-se que no caso do Brasil, dado que o curso tinha a duração de 40 horas presenciais, foi possível aprofundar na teoria Sociocultural de Vygotsky, a noção de visualização como signo, discutindo e aplicando-se, para o efeito, a Teoria dos Signos de Pierce. Na Tabela 6.7, apresenta-se uma síntese dos objetivos, das tarefas desenvolvidas e dos materiais utilizados nesta etapa.

Tabela 6.7 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 1

ETAPA 1		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> - Discutir a natureza do conhecimento científico/formação de professores; - Promover a reflexão entre as concepções epistemológicas empirista/indutivista versus racionalista construtivista; - Analisar o papel do professor e da linguagem na aprendizagem segundo a perspectiva histórica e social; - Utilizar a Teoria dos Signos de Peirce para classificar visualizações; - Aprofundar o papel dos modelos na ciência e no ensino das ciências; - Discutir as teorias da psicologia cognitiva em ambientes multimídia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de textos de artigos/revistas; - Pesquisa de visualizações; - Classificação de visualizações segundo a teoria dos signos (ícones, símbolos e índices); - Pesquisa de modelos científicos; - Análise de modelos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Textos de revistas e artigos; - Apresentações em Power Point; - Computadores, datashow.

Segunda Etapa

Na segunda etapa do curso, que decorreu nas sessões 4 e 5, os formandos tiveram a oportunidade de explorar diversas visualizações, analisando as suas potencialidades. Na tabela 6.8, encontra-se um resumo dos objetivos, das tarefas desenvolvidas e dos materiais utilizados nesta etapa.

Tabela 6.8 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 2

ETAPA 2		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> - Promover a pesquisa de visualizações em diversos sites; - Explorar as potencialidades de diversas visualizações; 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de visualizações; - Caracterização de visualizações segundo os princípios da psicologia cognitiva. - Sistematização das características de algumas ferramentas visuais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Textos de revistas e artigos; - Apresentações em Power Point; - Utilização do Vischem e do Arguslab; - Computadores, datashow.

Terceira Etapa

Na terceira etapa, que se prolongou pelas sessões 6 e 7, os formandos formaram grupos para elaborarem a sequência didática (TLS), ou seja, uma sequência de atividades ligadas entre si que se destinam a abordar um determinado tema de ciências do currículo escolar dos alunos. Pretendia-se que cada grupo trabalhasse colaborativamente na elaboração de sequência de ensino sobre um tema à sua escolha. Esta sequência deveria ser aplicada em sala de aula e os professores deveriam efetuar uma pequena pesquisa/reflexão sobre o impacto destes recursos na aprendizagem dos seus alunos. Na Tabela 6.9, descrevem-se os objetivos, as tarefas desenvolvidas e os materiais utilizados nesta etapa.

Tabela 6.9 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 3

ETAPA 3		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
- Elaboração da sequência didática. - Promover o trabalho colaborativo; - Promover o desenvolvimento de um trabalho investigativo.	- Pesquisa de visualizações; - Construção da sequência didática.	- Currículos das disciplinas; - Livros escolares; - Computadores, datashow.

De seguida, descreve-se a sequência didática elaborada por cada grupo, assim como, as interações observadas entre os elementos de cada grupo durante as duas sessões desta etapa.

Grupo A

Este grupo elaborou uma sequência didática para três aulas (50 minutos cada aula), duas serão utilizados para trabalhar o conteúdo e uma última para implantar uma atividade de modelagem (atividade de avaliação). Eles prepararam uma planilha (roteiro) para orientar as aulas e as ferramentas visuais foram integradas no conjunto de tarefas. Começando pela dimensão macroscópica, eles usam uma garrafa de água gelada e várias imagens de líquidos frios (copos com vários refrigerantes), seguido de um conjunto de perguntas para levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre este assunto e possíveis equívocos. Seguindo a planilha, eles apresentam uma animação do ciclo hidrológico da água para toda a classe. Eles propõem uma exploração social das mudanças de estado físico da água. Eles pretendem identificar as mudanças físicas da água e sua relação com a temperatura. Eles, usam de novo,

um conjunto de perguntas escritas para induzir a reflexão dos alunos sobre o que eles discutiram e observaram na animação. Afirmam que usam animação para que o ciclo da água "esteja presente" e, através dele, explorar várias questões, expandindo os três estados físicos da matéria a outras substâncias para além da água. O fim da primeira aula dá-se aqui, com a discussão das respostas dos alunos na planilha.

A segunda aula começa com um conjunto de questões norteadoras dirigindo os alunos para a dimensão submicroscópica. O objetivo é fazê-los pensar sobre as explicações possíveis para a questão: "Por que algumas substâncias apareceram em três estados diferentes de acordo com a temperatura?" Na planilha, é pedido aos alunos para elaborarem uma teoria para explicar o que observaram com a água gelada e na animação. Esta tarefa pode ser feita individualmente ou em pares. Em seguida, eles usam uma simulação com toda a classe, que é apresentada como uma representação simbólica da estrutura molecular. Eles usam esta ferramenta para explorar o mundo submicroscópico e fazer uma ponte entre o mundo empírico e as explicações teóricas. Mais uma vez, eles colocam na planilha um conjunto de perguntas com o objetivo de levar os alunos a terem a oportunidade de refletir e avaliar seus conhecimentos e, ao mesmo tempo, permitir aos professores fazerem uma avaliação formativa.

Eles terminam a sua sequência didática com uma terceira aula, que será utilizada principalmente para os alunos trabalharem em uma atividade de modelagem. A tarefa deve ser feita em grupo, e os alunos devem construir com vários materiais (fornecidos por professores) modelos moleculares concretos de uma substância (escolhida pelos alunos) nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso). O objetivo é permitir que os estudantes se expressassem e socializassem seus modelos mentais. Cada grupo terá a oportunidade de justificar o seu modelo para a classe, e partilhar suas ideias e pensamentos sobre esses conceitos abstratos. Para estes professores, será uma grande oportunidade para acessar a mente dos alunos (avaliação formativa) e terem a oportunidade de trabalhar alguns equívocos que permanecerem. Eles pretendem acabar essa última aula com mais algumas perguntas escritas fornecidas na planilha, algumas delas tiradas de exames nacionais. No último momento será explorado um jogo interativo (construído pelo grupo, usando o *Adobe Flash Player*) onde os alunos têm que associar a imagem correta a um texto sobre as mudanças de estado físico. Eles pretendem convidar os alunos para executar esta tarefa no computador do professor, e projetando para toda a classe. Todos os elementos do grupo participaram na apresentação,

disponibilizando a planilha (roteiro) da aula para todo o grupo, contendo todos os elementos visuais utilizados e respectivos links de acesso. Demonstraram ter preparado com empenho a apresentação para o grupo e estavam satisfeitos com o resultado da sequência didática elaborada em conjunto.

Grupo B

Este grupo inicia a primeira aula com uma introdução oral do tópico pelo professor, para depois usar uma simulação virtual de laboratório. Justificaram esta sequência e a ferramenta por várias razões. Primeiro, eles afirmaram que era muito importante ter uma discussão teórica prévia para introduzir os alunos no tema e para "dirigir o olhar". Segundo, porque, às vezes, eles não têm tempo para preparar um trabalho prático, têm aulas com 30 a 40 alunos e, embora eles acreditem que algum trabalho prático é importante, esta lhes parece uma boa alternativa quando não há condições de realizá-lo. Manifestaram pretender usar esta simulação de laboratório de uma forma interativa. Através desta ferramenta eles querem que os alunos percebam que uma mesma reação poderá ter velocidades diferentes. A ferramenta permite simular uma reação em diferentes condições (temperatura, concentração, pressão, etc.), a fim de obter tempos de reação diferentes. Eles querem que os estudantes prevejam quais as condições em que a reação é mais rápida ou mais lenta e solicitando a explicar seu raciocínio. A partir desses achados, eles planejaram introduzir a teoria das colisões e a noção de complexo ativado. O grupo salientou que estes conceitos são muito difíceis de ensinar e a visualização destes processos pelos alunos é muito útil. Em seguida, eles planejaram usar outra simulação para explicar as transformações no mundo submicroscópico que estão de acordo com essas teorias científicas. Através desta ferramenta, eles esperam levar os alunos a compreender melhor esses conceitos, alcançar um aprendizado mais profundo e evitar alguns equívocos. A primeira aula acaba aqui, com uma breve síntese dos temas discutidos.

Na segunda aula, eles pretendem discutir com maior detalhe os fatores que podem alterar a velocidade de uma reação química, usando novamente a simulação de laboratório, mas com outra finalidade. Eles querem que os alunos prevejam novamente e expliquem de acordo com as teorias estudadas quais os fatores que podem alterar a velocidade de uma reação química. Para acessar a aprendizagem dos estudantes, eles pretendem terminar a aula com uma sessão plenária onde os alunos são convidados a relacionar estes conceitos com o cotidiano e fazerem uma pesquisa para encontrar imagens que se encaixem os conceitos estudados, para a construção de um mural. Durante a elaboração da sequência didática o

grupo mostrou-se colaborativo, tendo chegado rapidamente a um consenso quanto ao conteúdo a abordar, e depois, em relação às ferramentas visuais. A apresentação da sequência didática para os restantes professores foi efetuada pelos três elementos do grupo, que se mostraram satisfeitos com o trabalho realizado.

Grupo C

Este grupo estruturou cada lição da sequência didática em três momentos pedagógicos. O primeiro será um "questionamento inicial", que começa com uma pergunta/texto, seguido por questões cujo objetivo é envolver os alunos em uma discussão sobre o tema a ser estudado. O segundo momento será o de "organizar o conhecimento", utilizando atividades experimentais investigativas, apresentadas através de vídeos com a interação e orientação do professor. O último momento será a "aplicação do conhecimento", onde os alunos são convidados a realizar algumas tarefas usando os conhecimentos abordados. Eles planejaram três aulas de 50 minutos para a 3ª série do Ensino Médio diurno e noturno, com classes de 40 a 45 alunos.

Então, a primeira lição começa com uma pergunta: "Podemos mudar a velocidade de uma reação química?". Pretende-se envolver os alunos em uma discussão, seguindo-se a visualização de um vídeo com uma experiência de laboratório. Como o grupo anterior, justificaram o uso do vídeo com a dificuldade de fazer qualquer trabalho prático em uma sala de aula com 45 estudantes. Eles enfatizaram que pretendem usar o vídeo com a mediação do professor, usando perguntas alertando para envolver os alunos na sua visualização. Este vídeo explora os fatores que podem alterar a velocidade da reação química. Após isso, eles pretendem voltar para as perguntas iniciais e fazer uma sistematização dos fatores que afetam a velocidade de uma reação química.

Na segunda lição, pretendem proporcionar aos alunos um texto científico sobre a teoria das colisões para começar a discussão sobre as explicações teóricas para as visualizações macroscópicas que assistiram no vídeo com a experiência de laboratório. O grupo planejou usar uma apresentação em *Power Point* com esta teoria. Depois desta discussão, utilizam outra simulação multimídia que representa as colisões dos reagentes, o complexo ativado e a formação dos produtos. Através desta ferramenta, pretendem explorar com os alunos a natureza particulada da matéria, a mudança na frequência das colisões com vários fatores (temperatura, concentração de catalisador, etc.). Para terminar esta lição, eles

usam um teste para uma avaliação formativa e propõem aos alunos um trabalho de casa sobre a degradação de alimentos. Esta pesquisa dos alunos deve ser comunicada em uma apresentação em *Power Point* para toda a classe.

A terceira lição começa com a apresentação da pesquisa dos alunos, seguida pela construção do mural sobre o tema estudado. Este grupo, à semelhança dos anteriores, demonstrou trabalhar colaborativamente, tendo mobilizado os seus conhecimentos, para elaborar de uma forma consensual, a sequência didática. Dois dos professores do grupo demonstraram estar à vontade, quer na elaboração da sequência quer no uso dos recursos multimídia, os outros dois manifestaram mais dificuldades, nomeadamente na utilização do computador. Como este foi o único grupo que aplicou a sequência em sala de aula, partilhou os resultados com o grupo de professores em formação. Durante a apresentação, mostraram-se muito satisfeitos com os resultados obtidos, quer ao nível da planificação, quer ao nível da aplicação em sala de aula.

Grupo D

Na primeira aula eles irão apresentar o conteúdo usando o livro de texto dos alunos. Não há mais detalhes sobre esta lição. Na segunda lição, depois de discutirem os conceitos teóricos, planejam executar algumas demonstrações práticas relacionadas com o cotidiano dos estudantes (preparação de sorvete), seguido da determinação experimental do ponto de ebulição e de fusão de algumas substâncias.

Na terceira lição, pretendem usar software fornecido por uma editora de livros da escola de um dos professores, em que havia um conjunto de ferramentas multimídia, como uma simulação de laboratório e várias animações interativas (é possível controlar o ritmo). Então, essa lição vai ser usada mostrando aos alunos várias experiências do laboratório virtual, onde podem observar água a ferver, a fusão e sua relação com a temperatura e observar, simultaneamente, a construção do gráfico temperatura *versus* estado físico à medida que a experiência está sendo executada. O software permite experimentá-lo com outras substâncias, o que os professores consideraram importante. Para cada experimento do laboratório virtual, o software tinha animações moleculares para que os alunos pudessem visualizar as representações das ligações intermoleculares e os movimentos moleculares dos modelos, com o aumento ou diminuição da temperatura. Eles salientaram que é particularmente importante para que os alunos compreendam as transformações

submicroscópicas que acontecem quando as substâncias são aquecidas ou resfriadas. A última lição vai ser usada para fazer uma avaliação escrita. Este grupo apresentou várias dificuldades em elaborar a sequência didática e em integrar os recursos. Os momentos das aulas e a sua sequência não são bem definidos, e por vezes, nem sequer existe um objetivo claro. A duração de cada momento não é indicada, assim como, a ligação entre cada momento. A apresentação da sequência foi feita praticamente por dois dos elementos do grupo, tendo o terceiro se limitado a assistir. Foi notório e admitido pelo grupo que não conseguiram organizar-se e investir o tempo necessário para a elaboração da sequência. Na Tabela 6.10, são apresentados os quatro grupos e as características das suas sequências didáticas.

Tabela 6.10 – Características da sequência didática de cada grupo

Grupo	Ano	Conteúdo	Número de aulas (aula=50 min)	Ferramentas visuais	Modo de utilização das ferramentas visuais	Atividades
A	9	Mudanças de estado físico	3	Imagens Estáticas; Animação; Simulação; Jogo interativo	Projeção e discussão com toda a classe	Preenchimento individual/par de planilha com questões; Uso da animação e da simulação; Discussão com toda a classe das respostas da planilha; Atividade de modelagem; Jogo interativo.
B	11	Velocidade de uma reação química	2	Simulação virtual de experiências laboratoriais; Simulação molecular.	Projeção e discussão com toda a classe	Introdução oral do tópico pelo professor; Uso dos recursos multimídia; Discussão em grupo (plenário); Elaboração de um mural.
C	11	Cinética Química	3	Apresentação em Power Point; Vídeo com experiência laboratorial; Simulação molecular.	Projeção e discussão com toda a classe	Introdução do tópico através de questões norteadoras; Uso do vídeo; Uso da simulação e avaliação; Apresentação dos trabalhos dos alunos.
D	9	Mudanças de estado físico: ponto de fusão e de ebulição	4	Simulação virtual de experiências laboratoriais; Simulação e animação molecular.	Projeção e discussão com toda a classe	Introdução oral do tópico pelo professor; Demonstrações laboratoriais; Uso da simulação laboratorial; Uso da simulação e da animação molecular; Avaliação escrita.

Quarta Etapa

Na quarta etapa, que decorreu nas sessões 8 e 9, os formandos tiveram a oportunidade de partilhar os resultados obtidos. Neste ponto temos a salientar que só um dos grupos conseguiu em tempo útil aplicar a sequência didática em sala de aula, tendo desenvolvido e apresentado um trabalho investigativo. Os restantes grupos partilharam a sequência elaborada, através uma comunicação oral suportada por uma apresentação em Power Point. Neste momento os grupos tiveram, igualmente, a oportunidade de socializar algumas das razões que estiveram subjacentes às suas escolhas, as dificuldades quer na elaboração da sequência, quer na escolha dos recursos visuais e formas de superar as dificuldades. Na Tabela 6.11 sintetizam-se os objetivos, as tarefas desenvolvidas e dos materiais utilizados na Etapa 4.

Tabela 6.11 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 4

ETAPA 4		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none">- Promover a partilha de experiências.- Fomentar a reflexão sobre a prática.-Discutir as características do trabalho investigativo.	<ul style="list-style-type: none">- Comunicar os resultados obtidos;- Reflexão e discussão das estratégias e dificuldades encontradas.	<ul style="list-style-type: none">- Apresentações em Power Point das sequências didáticas elaboradas pelos professores;- Computadores, datashow;- Câmara de filmar e mesa de som com microfones.

Quinta Etapa

A última etapa decorreu na última sessão, tendo-se efetuado um balanço das atividades desenvolvidas, avaliação da ação de formação pelos formandos e nova reflexão em grupo no âmbito da aplicação de uma entrevista semiestruturada. Na Tabela 6.12 encontra-se um resumo dos objetivos, das tarefas desenvolvidas e dos materiais utilizados nesta etapa.

Tabela 6.12 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 5

ETAPA 5		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
- Fomentar a reflexão sobre a prática.	- Avaliação das atividades desenvolvidas;	- Fichas de avaliação da ação de formação; - Roteiro das entrevistas. - Computadores, datashow. - Câmara de filmar.

6.3.2 CASO DE PORTUGAL

Em Portugal, o curso de formação continuada foi realizado em período noturno, durante os meses de fevereiro a maio de 2012, no total de nove sessões de duração entre duas a quatro horas, perfazendo 25 horas de curso presencial mais 25 horas de trabalho autónomo dos professores. Este é um dos formatos legais (oficina de formação) possíveis dos cursos de formação continuada em Portugal, que foi considerado o mais apropriado e similar ao realizado no Caso do Brasil. Esta diferença em termos de horas presenciais implicou a necessidade de repensar o número de textos abordados e tarefas propostas, assim como uma redução no número de tópicos discutidos em relação ao discutido no Caso do Brasil. Foram retirados conteúdos considerados menos pertinentes para o contexto português (discussão da importância da formação continuada docente que é de carácter obrigatório em Portugal) e mais densos (Teoria dos Signos), introduzindo-se um pequeno debate sobre a finalidade do ensino das ciências e das orientações curriculares. Esta diferença permitiu, no entanto, que os professores tivessem mais tempo para elaborarem a sequência didática e a implementarem na sala de aula, o que foi realizado por todos os grupos. A formação decorreu no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, cidade de Lisboa – Portugal.

Primeira Etapa

O primeiro momento/etapa que se iniciou na primeira sessão, com a apresentação dos formadores, incluindo a pesquisadora, e dos formandos, preenchimento de questionários, descrição dos objetivos, conteúdos, tarefas, formas de avaliação dos formandos e da ação, decorreu normalmente e prolongou-se por mais três sessões. Na Tabela 6.13, apresenta-se uma síntese dos objetivos, das tarefas desenvolvidas e dos materiais utilizados na Etapa 1.

Tabela 6.13 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 1

ETAPA 1		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> - Finalidades do ensino das ciências e currículo das ciências; - Aprofundar o papel dos modelos na ciência e no ensino das ciências; - Discutir a natureza do conhecimento científico; - Analisar o papel do professor e da linguagem na aprendizagem segundo a perspectiva histórica e social; - Discutir as teorias da psicologia cognitiva com ênfase em ambientes multimídia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de textos de artigos/revistas; - Pesquisa de visualizações; - Pesquisa de modelos científicos; - Análise de modelos científicos. - Análise de imagens estáticas, vídeo, e simulação segundo as perspectivas das teorias da psicologia cognitiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Textos de revistas e artigos; - Apresentações em Power Point; - Computadores, datashow.

Segunda Etapa

A segunda etapa decorreu na quinta sessão. Nesta sessão, os formandos tiveram oportunidade de explorar várias visualizações, analisando as suas potencialidades.

Tabela 6.14 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 2

ETAPA 2		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> - Promover a pesquisa de visualizações em diversos sites; - Explorar as potencialidades de diversas visualizações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de visualizações; - Caracterização de visualizações segundo os princípios da psicologia cognitiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Textos de revistas e artigos; - Apresentações em Power Point; - Computadores, datashow.

Terceira Etapa

A terceira etapa decorreu na sessão seis, os formandos formaram grupos para elaborarem a sequência didática. Aqui, diferentemente do caso do Brasil, os formandos só dispuseram de uma única sessão para elaborarem a sequência didática. Tal como no caso do

Brasil, pretendia-se que os professores realizassem uma atividade investigativa sobre a própria prática, focalizando, neste caso, a utilização de visualizações em sala. Na Tabela 6.15 descrevem-se os objetivos, as tarefas desenvolvidas e os materiais utilizados nesta etapa.

Tabela 6.15 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 3

ETAPA 3		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração da sequência didática. - Promover o trabalho colaborativo; - Promover o desenvolvimento de um trabalho investigativo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de visualizações; - Construção da sequência didática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Computadores, datashow.

De seguida, descreve-se a sequência didática elaborada por cada grupo. Salienta-se que, no caso de Portugal, nesta sessão, os grupos apenas tiveram tempo para iniciar esta tarefa, tendo o seu desenvolvimento e conclusão, assim como sua aplicação em sala de aula, sido realizados durante as 25 horas de trabalho autónomo, de que os professores dispõem nesta modalidade de oficina de formação.

Grupo A

A sequência foi planejada de acordo com as orientações curriculares e repartiu-se em seis blocos de 90 minutos e um bloco de 135 minutos, num total de seis aulas. A proposta didática aplicada foi construída sobre um quadro teórico que, em uma perspectiva construtivista, considera que o conhecimento científico deverá ser predominantemente construído pelos alunos, envolvendo uma mudança conceitual, que se pretende que ocorra através de atividades a realizar em sala de aula, construídas a partir dos conhecimentos e das ideias prévias dos alunos. Todas as atividades foram realizadas em grupos de três alunos no máximo, para que todos os elementos do grupo estivessem plenamente envolvidos nas tarefas. Das seis aulas que constituem esta sequência, este grupo escolheu a quarta aula (dois blocos de 90 minutos) para implantar a atividade de investigação, onde foi utilizada uma simulação multimídia na atividade “Desafio do controle industrial”. Para todas as aulas foram indicados quais os tópicos abordados, assim como, os momentos em que cada aula se dividia, e recursos mobilizados. No entanto, é dada uma maior ênfase à quarta aula, onde é apresentado um planeamento mais detalhado dos momentos (descrição metodológica), recursos, competências envolvidas e tópicos trabalhados. Para esta aula, foi apresentada a planilha

(roteiro) exploratória fornecida aos alunos com todas as questões, tarefas, reflexões e autoavaliação que os alunos deveriam realizar. A sequência foi aplicada em sala de aula pela professora PP14, com a presença de PP12 na quarta aula, em uma das suas turmas tendo o grupo se envolvido em uma pequena tarefa de investigação em relação à quarta aula. Para isso, foram elaboradas questões orientadoras e criados instrumentos de coleta de dados (observação naturalista – notas de campo, documentos escritos pelos alunos – roteiro elaborado pelos alunos, autoavaliação e reflexão on-line na plataforma moodle). Em seguida descrevem-se, nas Tabelas 6.16, 6.17 e 6.18, os principais momentos de cada aula desta sequência, com destaque para a quarta aula.

Tabela 6.16 – Momentos das Aulas 1, 2 e 3 do Grupo A

Aula 1 (135 minutos)	Aula 2 (90 minutos)	Aula 3 (90 minutos)
<ul style="list-style-type: none"> Atividades laboratoriais exploratórias, usando o levantamento de questões e os diapositivos em Power Point; Atividade: Simulação da Formação e da Solubilização de Estalactites e Estalagmites. 	<ul style="list-style-type: none"> Atividade de leitura, interpretação de texto e tabela e produção de pequenos textos a partir da atividade: Constante de Equilíbrio Químico, Kc: Lei de Guldberg e Waage Sistematização das conclusões retiradas a partir da atividade de sala de aula, usando o Power Point seguido de resolução de exercícios. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposição de conteúdos acerca do conceito de Quociente de Reação e sua relação com a constante de Equilíbrio, resolução de exercícios; Realização da atividade “Princípio de Le Chatelier”. Fatores que influenciam a progressão de uma reação química, usando diversos recursos: documentos fornecidos pela Professora e o Vídeo “Le Chatelier CoCl₂ Equilibrium Demonstration”.

Tabela 6.17 – Momentos da Aula 4 do Grupo A

Aula 4 (90 + 90 min): Realização da atividade “O Desafio do Controlo Industrial”. Estudo dos fatores que afetam o estado de equilíbrio		
1º momento	2ª momento	3ª momento
Esclarecimento dos objetivos e de possíveis dúvidas dos alunos sobre a atividade a realizar. Distribuição dos alunos por grupos e início da atividade.	Realização da atividade por parte de cada um dos grupos. Os professores circularam pelos diferentes grupos de forma a perceberem as dificuldades sentidas pelos alunos.	Discussão e síntese dos resultados

Tabela 6.18 – Momentos das Aulas 5 e 6 do Grupo A

Aula 5 (90 minutos)	Aula 6 (90 minutos)
Atividade prática laboratorial: Que fatores influenciam a progressão de uma reação química?	Avaliação sumativa da unidade 1, resolução de problemas.

Grupo B

Neste grupo, a sequência é composta por duas aulas de 90 minutos. Para cada aula, é apresentado um planejamento detalhado, incluindo os momentos da aula, recursos, competências envolvidas e tópicos trabalhados. É fornecida a planilha (roteiro) dada aos alunos para explorarem os recursos visuais. Este grupo usa um conjunto diversificado de recursos visuais (modelos concretos e recursos multimídia). Estes recursos são explorados individualmente pelos alunos em aulas em que as turmas estão divididas por turnos (cada turno tem cerca de catorze alunos, metade da turma), por isso a sequência de ensino foi aplicada a quatro turnos diferentes. Em cada turno, os alunos foram divididos em três grupos (devido ao número de computadores disponíveis). As aulas alternam em momentos onde o professor tem um papel mais central, e momentos em que os alunos exploram os recursos visuais com o auxílio do professor e da planilha. Em seguida, descrevem-se os principais momentos das duas aulas planejadas por este grupo para lecionarem alguns tópicos do conteúdo “Som”:

Tabela 6.19 – Momentos das Aulas 1 e 2 do Grupo B

Aula 1 (90 minutos): Produção, propagação e recepção do som. Ondas transversais e longitudinais.	Aula 2 (90 minutos): Características das ondas e propriedades do som.
<ul style="list-style-type: none"> • Realização da tarefa seguindo a planilha: aplicação de conhecimentos e organização da informação em um pequeno texto (70 min); • Síntese de conteúdos programáticos através da elaboração/correção conjunta, no quadro, do texto elaborado (20 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Correção do TPC (20 minutos); • Realização da tarefa: utilização de várias simulações para aplicação de conhecimentos e organização da informação (45 minutos); • Síntese de conteúdos programáticos através da elaboração/correção conjunta, no quadro, do texto elaborado (10 minutos); • Resolução de exercícios do caderno de atividades. (15 minutos).

Grupo C

O tema escolhido faz parte do Ensino Básico (9º ano) “Eletricidade”. Utilizam recursos multimídia, nomeadamente vídeos, banco de imagens estáticas e de exercícios interativos, disponibilizado pela editora dos livros adotados na escola (BRIP). A exploração dos recursos visuais é realizada ao longo das duas aulas pela professora, com o acompanhamento dos alunos, através de projeção para toda a turma. A sequência era constituída por duas aulas de 90 minutos, que se apresentam nas Tabelas 6.20 e 6.21.

Tabela 6.20 – Momentos da Aula 1 do Grupo C

Aula 1 (90 minutos): O que é a eletricidade? Componentes e esquemas de circuitos elétricos. Circuitos em série e em paralelo.	
Momento 1	Momento 2
<ul style="list-style-type: none"> • Pequena introdução (05 min) • Vídeo sobre a eletricidade (10 min) • Breve reflexão com toda a turma sobre (15 min): <ul style="list-style-type: none"> - O que é a eletricidade e de onde vem? - A importância da eletricidade no dia-a-dia; - Imaginar a nossa vida sem eletricidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução dos conceitos pelo professor (45 min): <ul style="list-style-type: none"> - Circuitos elétricos e a sua constituição; - Montagens do circuito e a sua representação esquemática; - Circuitos em série e em paralelo; (Utilização do BRIP – Circuitos elétricos)

Tabela 6.21 – Momentos da Aula 2 do Grupo C

Aula 2 (90 minutos): O que é a corrente elétrica? Corrente elétrica contínua e alternada; O que é a diferença de potencial? Como se mede a diferença de potencial?	
Momento 1	Momento 2
<ul style="list-style-type: none"> • Correção do TPC (página 83 do manual adotado) (15 min) 	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução dos conceitos: (50 min) <ul style="list-style-type: none"> - O que é a corrente elétrica (Utilização do BRIP – “Corrente elétrica - A corrente elétrica e os condutores”) - Corrente elétrica contínua e alternada (Exposição dos conceitos e exploração do manual – páginas 84 a 86) - Diferença de potencial (Utilização do BRIP – “Corrente elétrica - A d.d.p”) (Exploração do manual – páginas 87 a 91)

Grupo D

Este grupo elaborou a sequência recorrendo a várias ferramentas multimídia, nomeadamente simulações e animações. O conjunto de tarefas a executar pelos alunos, em grupo, encontrava-se em uma planilha (roteiro) que foi fornecida pela professora e incluía a criação de um wiki, recurso digital que permite a sistematização da informação e a interatividade entre alunos e professor, para além de desenvolver o rigor na linguagem. A turma foi dividida em grupos de três alunos. As tarefas foram apresentadas em duas fases: na 1ª fase (1ª aula), entrega de um roteiro em papel e solicitação aos alunos que realizassem as tarefas que eram pedidas. Na 2ª fase (2ª aula), os alunos aprenderam a utilizar e escrever no wiki e terminam a tarefa. Os alunos iam explorando os *sites* e realizando as tarefas propostas e a professora ia circulando pela turma, esclarecendo dúvidas e orientando os alunos para que estes não se dispersassem, uma vez que já tinha sido lecionada a matéria referente a esta tarefa. A tarefa e os recursos visuais incluídos nesta serviram para revisão e consolidação das aprendizagens e conceitos anteriormente abordados. As duas aulas de 90 minutos dividiram-se em 6 momentos, que se apresentam nas Tabelas 6.22 e 6.23.

Tabela 6.22 – Momentos da Aula 1 do Grupo D

Aula 1		
1º momento: (cerca de 20 min)	2º momento: (cerca de 10 min)	3º momento: (cerca de 30 min)
Explorar cada página disponibilizada de forma rápida, para conhecer a sua estrutura. A. http://www.andythelwell.com/blobz/ B. http://www.hyperstaffs.info/work/physics/child/index.html#	Identificar os diferentes temas que são abordados em cada página.	Selecionar uma página e explorá-la de forma mais aprofundada. Registrar em uma folha a página que escolheram e as razões da vossa opção.

Tabela 6.23 – Momentos da Aula 2 do Grupo D

Aula 2		
4º momento: (cerca de 40 min)	5º momento: (cerca de 50 min)	6º momento: (cerca de 10 min)
<p>Realizar pelo menos uma das atividades disponíveis na página. (cerca de 20 min)</p> <p>Registrar em uma folha (cerca de 20 min):</p> <p>a. O assunto abordado</p> <p>b. A tarefa que vos é proposta (podem utilizar esquemas, imagens, texto)</p> <p>c. A informação relevante, fornecida durante a atividade</p> <p>d. As questões a que têm de responder</p> <p>e. O que aprenderam</p>	<p>Apresentar o wiki à turma e ensinar a utilizar esta ferramenta. Inscrição dos alunos no wiki, um aluno por grupo.</p> <p>Cada grupo escreve na página respectiva o ponto 2, 3 e 4 do roteiro.</p>	<p>Fazer uma síntese dos conhecimentos científicos aprendidos.</p>

Grupo E

A professora apresenta uma sequência com duas aulas de 90 minutos, onde são apresentados os conteúdos ou tópicos a abordar, competências envolvidas, recursos mobilizados, formas de avaliação e os diversos momentos da aula com a sequência de atividades a desenvolver. À semelhança de outros grupos, a professora disponibiliza aos alunos uma planilha com as diversas tarefas a executar pelos alunos que, entretanto foram divididos por grupos.

Para esta sequência de ensino, foram concebidas e aplicadas tarefas de investigação. A utilização desta estratégia em sala de sala pressupõe que os alunos desempenhem um papel mais ativo e colaborador num trabalho de grupo continuado em que eles colocam questões, formulam hipóteses, pesquisam informação, utilizam diferentes ferramentas para coleta de dados, analisam, discutem e comunicam resultados. Para esta professora, as tarefas podem, por isso, ser um ponto de partida para aprender ciência, sobre Ciência e fazer Ciência, em sala de aula. Nesta perspectiva construtivista da aprendizagem, o professor assume uma função diferente do ensino tradicional, deixando de ser o foco da sala de aula e assumindo, como seu, o papel de orientador e facilitador das aprendizagens. Apresenta-se em seguida uma síntese dos vários momentos das duas aulas.

Tabela 6.24 – Momentos da Aula 1 do Grupo E

Aula 1 (90 minutos) : Produção do som. Fontes sonoras. Atributos do som.		
1º Momento	2º Momento	3º Momento
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos objetivos da aula (sumário). • Formação de grupos de 2/3 alunos. • Apresentação da tarefa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização da tarefa • Exibição de vídeos • Leitura de um texto • Utilização de uma simulação • Registro de conclusões • Pesquisa no manual • Reflexão sobre o trabalho desenvolvido 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematização dos assuntos abordados ao longo da tarefa, com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint. • Resolução e correção de exercícios do manual

Tabela 6.25 – Momentos da Aula 2 do Grupo E

Aula 2 (90 minutos): Propagação do som.		
1º Momento	2º Momento	3º Momento
<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos objetivos da aula (sumário). • Formação de grupos de 2/3 alunos. • Apresentação da tarefa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização da tarefa • Leitura de um texto. • Exibição de um vídeo. • Colocação de questões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formulação de uma hipótese. • Utilização de simulações. • Registro de conclusões. • Reflexão sobre o trabalho desenvolvido. • Sistematização dos assuntos abordados ao longo da tarefa, com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint.

Na Tabela 6.26 são apresentados os cinco grupos e uma síntese das características das suas sequências didáticas.

Tabela 6.26 – Características da sequência didática de cada grupo

Grupo	Ano	Conteúdo	Número de aulas (aula=45 min)	Ferramentas visuais	Modo de utilização das ferramentas visuais	Atividades
A	11	Equilíbrio Químico	6	Imagens Estáticas; Apresentação em Power Point Simulações;	Projeção e discussão com toda a classe (vídeo e ppt); Trabalho em grupo (simulações)	Observação e discussão com toda a classe das questões levantadas pela professora acerca dos ppt e do vídeo; Atividades laboratoriais práticas em grupo; Uso da simulação e preenchimento em grupo da planilha com questões; Atividade de avaliação .
B	8	Som	2	Modelos concretos; Imagens Estáticas; Simulações	Trabalho em grupo (simulações); Manipulação individual de modelos concretos; Análise com toda a classe de imagens estáticas	Manipulação dos modelos concretos pelo professor e pelos alunos; Utilização da simulação e preenchimento da planilha em grupo; Síntese de conteúdos com toda a classe; Correção de t.p.c.
C	9	Eleticidade	2	Vídeo; Banco de imagens estáticas e exercícios interativos (BRIP)	Projeção e discussão com toda a classe	Introdução do tópico através de exposição oral do professor; Uso do vídeo e discussão com toda a classe; Uso do BRIP com toda a classe; Correção do t.p.c.
D	9	Circuitos elétricos	2	Simuladores virtuais de circuitos elétricos; wiki	Utilização em grupo	Exploração dos simuladores pelos alunos em grupo; Construção do wiki em grupo; Síntese do trabalho realizado com toda a classe
E	8	Som	2	Vídeos; Simulações;	Utilização em grupo	Utilização dos recursos visuais e preenchimento da planilha em grupo; Resolução e correção de exercícios; Sistematização com toda a classe dos conteúdos abordados

Quarta Etapa

A quarta etapa realizou-se três semanas após a terceira etapa e decorreu nas sessões 7 e 8. Durante este intervalo de tempo, os formandos finalizaram a sequência didática e a

aplicaram em sala de aula. Nesta etapa, os formandos tiveram a oportunidade de partilhar os resultados obtidos após a aplicação das sequências didáticas em sala de aula. Na Tabela 6.27 sintetizam-se os objetivos, as tarefas desenvolvidas e os materiais utilizados nesta etapa.

Tabela 6.27 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 4

ETAPA 4		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> - Promover a partilha de experiências. - Fomentar a reflexão sobre a prática. - Discutir as características do trabalho investigativo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar os resultados obtidos; - Reflexão e discussão sobre as estratégias e dificuldades encontradas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentações em Power Point das sequências didáticas elaboradas pelos professores; - Computadores, datashow; - Câmara de filmar.

Quinta Etapa

A última etapa decorreu na última sessão, tendo-se efetuado um balanço das atividades desenvolvidas, avaliação da ação de formação pelos formandos e nova reflexão em grupo no âmbito da aplicação de uma entrevista semiestruturada. Na Tabela 6.28 encontra-se um resumo dos objetivos, das tarefas desenvolvidas e dos materiais utilizados nesta etapa.

Tabela 6.28 – Objetivos, tarefas e recursos mobilizados na Etapa 5

ETAPA 5		
OBJETIVOS	TAREFAS	RECURSOS
<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar a reflexão sobre a prática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação das atividades desenvolvidas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de avaliação da ação de formação; - Roteiro das entrevistas. - Computadores, datashow. - Câmara de filmar.

6.4 Instrumentos de coleta de dados

Os dados desta pesquisa são coletados através de: observação naturalista (notas de campo, registros audiovisuais), documentos escritos (sequências didáticas, relatórios de aula), entrevista semiestruturada (PATTON, 1990) e questionários (COHEN; MANION; MORRISON, 2007; TUKMAN, 2005). Durante a ação de formação, os professores foram

incentivados a aplicar a sequência didática planejada durante o curso em sala de aula e a partilharem os resultados com o restante grupo em formação. No caso do Brasil, por falta de tempo, só um dos grupos conseguiu fazer a aplicação da sequência em sala de aula. No caso de Portugal, todos os grupos aplicaram a sequência didática em sala de aula e partilharam os resultados com os restantes professores.

O contato direto entre a pesquisadora e os participantes no estudo tem várias vantagens (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; PATTON, 1990). A observação direta permite ao investigador compreender as perspectivas dos participantes no estudo. Patton (1990) descreve uma série de vantagens como, por exemplo, permite ao pesquisador compreender melhor o contexto onde o estudo decorre, construindo-se uma perspectiva holística. Segundo, permite que o pesquisador adote uma estratégia indutiva para a análise dos dados. O observador não tem necessidade de se basear em conceituações prévias, quer estas provenham de documentos escritos, quer de explicações verbais. Terceiro, o observador tem a possibilidade de ver aspectos que podem escapar inconscientemente aos participantes. Muitas vezes, os participantes estão envolvidos em rotinas. Quarto, o investigador, a partir da observação direta, pode perceber fatos que os participantes não querem revelar em uma entrevista. Por fim, ao juntarem as suas próprias percepções às percepções dos participantes, os pesquisadores têm a oportunidade de construir uma visão mais alargada do fenómeno em estudo, para além daquilo que pode ser registrado nas notas de campo (PATTON, 1990). A observação reveste-se de uma flexibilidade que pode variar ao longo do estudo. Normalmente a observação, em uma fase inicial, não é focalizada, é geral, passando posteriormente a centrada, e por último, a seletiva. Isto acontece porque, inicialmente, o pesquisador parte de questões mais gerais que se vão tornando mais específicas à medida que a pesquisa se desenvolve. Por fim, o pesquisador assume uma observação mais seletiva, procurando relacionar e comparar os dados recolhidos com as questões de estudo e avançar no conhecimento do fenómeno (ADLER; ADLER, 1994). A observação naturalista foi efetuada pela pesquisadora, que esteve presente durante todas as sessões do curso de formação e observou seis aulas onde os professores aplicaram as sequências didáticas. De seguida, abordaremos com mais detalhe as duas técnicas utilizadas neste trabalho, no âmbito da observação naturalista.

Notas de campo

As notas de campo registradas durante a observação permitem ao pesquisador refletir sobre a mesma e, se necessário, tomar decisões a curto e a longo prazo. Segundo Patton, (1987), as notas de campo são a descrição do que investigador observa, devendo ser registradas informações, tais como: o local onde ocorrem as observações, quem está presente, que interações sociais ocorrem, que tarefas se desenvolvem, entre outras que permitam ao pesquisador recordar o que observa no campo. Também deve conter o que as pessoas referem e avaliações relativas ao que é dito por estas durante as tarefas. Da mesma forma, as notas de campo contêm os sentimentos, as reações sobre a experiência e as reflexões do pesquisador sobre o que acontece. Finalmente, as notas de campo incluem perspectivas, interpretações, análises e hipóteses sobre o que ocorre no estudo. É importante redigir as notas de campo tão cedo quanto possível após a observação. No entanto, Bogdan e Biklen (1994) reconhecem que há alturas em que tirar notas é inadequado, sugerindo que estas sejam retiradas no final de cada atividade ou evento observado. Miles e Huberman (1994) sugerem vários tópicos para ajudar o pesquisador a expandir e refletir sobre as suas notas de campo, como: Que pessoas, eventos ou situações estão envolvidos? Quais são os principais temas ou itens em observação? A que questões da investigação a observação se direciona mais? Que novas hipóteses, especulações ou suposições acerca das situações de campo são sugeridas pelo contacto? E, por fim, onde é que o pesquisador tem de focalizar mais durante o próximo contato e que tipos de informação são vistos?

Neste estudo, dado que a pesquisadora é simultaneamente formadora, as notas de campo são escritas, majoritariamente, no final de cada sessão. Estas têm por objetivo conhecer o tipo de relação que se estabelece entre cada grupo de professores, identificar as suas principais dificuldades ao longo das atividades propostas durante a formação, assim como, complementar as concepções prévias dos professores sobre o papel da visualização e dos modelos no ensino de Química. Nestas notas, foi feito o registro de informações básicas, tais como o local onde ocorrem as observações, quem está presente, que interações sociais ocorrem e que atividades se desenvolvem. Em segundo lugar, contêm algumas das intervenções mais pertinentes que as pessoas referiram durante as atividades. Em terceiro lugar, as notas de campo contêm alguns sentimentos da pesquisadora e reação dos professores sobre os diversos assuntos analisados e tarefas realizadas ao longo do curso e nas aulas

observadas. Estas notas também permitiram à pesquisadora efetuar uma reflexão com vista a possíveis ajustes a realizar durante a pesquisa.

Registros audiovisuais

Foi feito o registro audiovisual da comunicação oral da sequência didática que cada grupo elaborou, seguida de uma discussão com todo o grupo de professores. A gravação audiovisual pode ser usada para tornar explícitos “modelos implícitos dos professores” (COHEN; MANION; MORRISON, 2007, p.347), são públicas, podendo ser ouvidas várias vezes e transcritas, preservando a sequência pela qual os participantes falam (SILVERMAN, 2001).

Nesta pesquisa, optamos por uma gravação audiovisual que nos permitiu registrar os movimentos dos professores, os recursos visuais que colocaram nas apresentações, a forma como apresentam esses recursos, as interações gestuais entre os professores e com os recursos, expressões faciais, etc., que permitem reviver de acordo com o ângulo do registro uma grande parte da interação gerada nestes momentos. Este tipo de registro também facilita a transcrição da conversação. No entanto, a pesquisadora teve consciência dos inconvenientes deste tipo de coleta de dados que por vezes não permitia o natural desenrolar da atividade (algumas interrupções por motivos técnicos, incômodo causado pelo microfone) e algum nervosismo inicial dos professores em frente à câmara. Todavia, a relação que a pesquisadora estabeleceu com os professores permitiu que as gravações fossem bem aceites e, progressivamente, os professores agiam naturalmente frente à câmara.

Esta apresentação ao grupo em formação permitiu aos professores partilharem experiências com diversos recursos visuais, diferentes metodologias e dificuldades inerentes ao uso destes recursos, para além do âmbito das sequências didáticas elaboradas durante a formação. Foi, também, um momento que se revelou especialmente interessante, no caso do Brasil, quando os professores tomaram contato com a apresentação do grupo que conseguiu aplicar a sequência em sala de aula. Este grupo trouxe para o grupo o resultado de uma pequena atividade investigativa efetuada pela professora que aplicou a sequência. Foram discutidos os benefícios e as dificuldades do professor efetuar uma pesquisa sobre a própria prática.

Documentos escritos

Os documentos escritos como fontes de dados permitem coletar informações para dar resposta às questões de pesquisa, podendo ser consultados várias vezes trazendo confiança para os resultados (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Para Yin (2003), permitem corroborar e confirmar as evidências sugeridas por outro tipo de fontes. Da mesma forma, permitem o acesso às ideias e pensamentos dos participantes (LICTMAN, 2006). Existem vários tipos de dados escritos pelos participantes. Podemos encontrar documentos oficiais, dos quais fazem parte os documentos internos, a comunicação externa e os registros sobre os estudantes e arquivos pessoais e, também, documentos pessoais, nos quais se incluem diários íntimos, cartas pessoais e as autobiografias (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Como documentos escritos, neste estudo, foram utilizados as sequências didáticas elaboradas por cada grupo (Anexo B), os relatórios acerca da aplicação da sequência em sala de aula (nos casos em que foi possível) (Anexo C) e as apresentações em Power Point utilizadas pelos professores durante a comunicação oral ao grupo em formação (Anexos D e E). Nas sequências didáticas e nas apresentações em Power Point procuramos identificar as estratégias adotadas para integrar os recursos visuais em sala de aula e, nos relatórios, procuramos uma reflexão por parte dos professores acerca destas estratégias, tentando compreender as razões e os critérios que estiveram subjacentes às suas escolhas.

A entrevista

A entrevista deve ser vista com uma permuta de opiniões entre duas ou mais pessoas sobre um tópico de interesse comum. O seu uso marca uma viragem nas pesquisas, que deixaram de ver o sujeito como algo manipulável e os dados como algo externo aos indivíduos para considerar que estes (dados) são gerados muitas vezes através de uma conversa (COHEN; MANION; MORRISON, 2007). Durante a entrevista, o sujeito terá a possibilidade de descrever as suas construções pessoais na sua própria linguagem, permitindo ao pesquisador perceber como este interpreta aspectos do mundo (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Da mesma forma, Brown e Dowling (1998) reconhecem que a entrevista permite obter um conhecimento mais profundo de uma dada situação, sendo este um bom método para conhecer o que pensam os participantes sobre um determinado assunto e como constroem os significados sobre o mundo natural. Sendo assim, a entrevista é usada essencialmente para: obter dados diretos para atingir as finalidades da investigação, para testar hipóteses e para

permitir a triangulação de dados quando conjugada com outras técnicas de coleta de dados (COHEN; MANION, 1994). Segundo Rosa e Arnoldi (2006), esta técnica, quando comparada com as outras de coleta de dados, apresenta algumas vantagens e desvantagens. Como vantagens, as autoras apresentam a possibilidade de se obter informação de uma forma holística e contextualizada, de o pesquisador poder, através do questionamento, saber o que pensam os participantes e como interpretam aspectos do mundo; e, uma vez que se trata de uma técnica flexível, que prevê outras orientações para as questões, de acordo com a demanda do entrevistado, esta tem um papel estratégico na previsão do erro. Também Bogdan e Biklen (1994) a consideram o melhor instrumento de abordagem para o estudo de pessoas que partilham uma característica particular. Para estes, aquilo que partilham entre si revelar-se-á mais claramente quando cada um puder falar de suas perspectivas, mais do que quando observado em suas atividades, logo esta técnica permite uma acessibilidade à informação que é de difícil observação. Este fato torna-se particularmente relevante quando se está na presença de várias pessoas, sendo possível entrevistá-las em grupo sobre um determinado tema. Nestas circunstâncias, ou seja, dentro de um contexto social, após a colocação da questão as pessoas aumentam a discussão, refletindo, fazendo comentários adicionais às respostas dos colegas, concordando ou não com estes (PATTON, 1990). Segundo este autor, as entrevistas em grupo não devem ultrapassar os oito entrevistados por grupo e devem ter uma duração entre 30 minutos e duas horas.

Relativamente às desvantagens, são evidenciadas por Rosa e Arnoldi (2006) como principais limitações: a informação coletada, porque está dependente da interação entre o pesquisador e o entrevistado, e o tempo, pois se trata de uma técnica que consome muito tempo ao entrevistado. No que diz respeito à entrevista focal (em grupo), Bogdan e Biklen (1994) referem que quando são gravadas e posteriormente transcritas, podem surgir algumas dificuldades, nomeadamente quando os entrevistados falam ao mesmo tempo.

Embora os processos de conduzir uma entrevista possam ser diferentes dos que se usam para conduzir um questionário, o objetivo é basicamente o mesmo: obter os dados desejados o mais rapidamente possível, com eficácia e sem distorção. Da mesma forma, o entrevistador deve explicar ao entrevistado quais são os objetivos da entrevista, como vai registrar as respostas e fazer com que o entrevistado se sinta à vontade (TUCKMAN, 2005). Ao optar por esta técnica de coleta de dados, o entrevistador deve verificar se esta se adéqua às finalidades da pesquisa, se está preparado física e psicologicamente para conduzir a

entrevista e, claro, se conhece bem o tema sobre o qual incide a entrevista (ROSA; ARNOLDI, 2006). De acordo com as mesmas autoras, o entrevistador deve selecionar adequadamente os participantes e as técnicas para a análise de dados. A validação dos resultados vai depender do fato destes aspectos terem sido salvaguardados ou não. A entrevista também pode ser considerada uma oportunidade para o entrevistado refletir sobre as suas perspectivas e a produzir novos entendimentos, conduzindo-o a uma mudança nas concepções acerca do tema (SILVERMAN, 2001a). Durante a sua realização é sugerido por vários autores (COHEN; MANION; MORRISSON, 2005; LÜDKE; ANDRÉ, 1986; TUCKMAN, 2005) que o pesquisador tenha vários cuidados. O local e o horário das entrevistas devem ser da conveniência dos entrevistados e recomenda-se a gravação das entrevistas, ficando o pesquisador livre para dar uma maior atenção aos entrevistados e permitem o registro de expressões orais (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Cohen, Manion e Morisson, (2005), salientam que o pesquisador deve ter em mente que uma entrevista é sempre um encontro social e não um mero ato de coleta de dados, sendo assim, o pesquisador tem de criar uma atmosfera onde o entrevistado se sinta seguro e confortável para falar. Isto apresenta implicações a vários níveis. Para além das questões éticas e de confidencialidade que têm de ser garantidas, o pesquisador deve evitar, a todo custo, expressar aborrecimento, irritação, concordância ou discordância com o que o entrevistado está a dizer. Deve adotar a postura do “ouvinte ativo” (COHEN; MANION; MORRISSON, 2005, p. 279), mantendo a fluência do discurso do entrevistado, motivando-o a falar do assunto que interessa ao pesquisador, evitando questões que ele não saiba responder ou que fique constrangido. Deve fornecer o *feedback* apropriado ao entrevistado, quer na forma verbal ou não verbal, e manter silêncio quando adequado.

Os três tipos possíveis de entrevista são: entrevista estruturada, que pressupõe um modelo rígido, entrevista semiestruturada e entrevista através de uma conversação informal (entrevista não estruturada) (AFONSO, 2005; BROW; DOWLING, 1998; PATTON, 1990; ROSA; ARNOLDI, 2006). Na entrevista estruturada, tanto as questões como a sua sequência, são previamente determinadas, não havendo possibilidade de se alterar sua estrutura. As questões são as mesmas para todos os entrevistados e as respostas são dadas na mesma ordem (BROW; DOWLING, 1998). Esta é uma boa técnica para situações em que se pretende comparar respostas antes e após um determinado acontecimento, pois permite coletar dados em dois momentos distintos do estudo (PATTON, 1990).

Na entrevista semiestruturada, os tópicos e as perguntas são previamente especificados e explorados no decurso da entrevista, sendo o entrevistador livre para fazer questões espontaneamente (PATTON, 1990). Deste modo, a entrevista semiestruturada permite flexibilidade ao entrevistador. Este pode tomar decisões à medida que recolhe informação, desenvolvendo as questões, dar-lhe outra sequência. Segundo Wengraf (2001), as entrevistas semiestruturadas pressupõem cerca de 50% a 80 % ou mais de improvisação da parte do pesquisador, uma vez que não é possível saber antecipadamente quais vão ser as respostas do entrevistado. Como não há uma ordem rígida de questões, o entrevistado fala sobre o tema proposto com a informação que tem acerca do assunto, sendo este fato “a verdadeira razão da entrevista” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 34). No entanto, ainda segundo Wengraf (2001), este tipo de entrevistas carece de um planeamento muito cuidadoso, a improvisação requer mais treino e uma preparação mental maior, porque não se trata de simplesmente seguir uma estrutura e uma sequência pré-estabelecida, dado que surge a necessidade de reformular ou formular outras questões ligando o que se está a dizer com o que já foi dito e dar atenção ao entrevistado para que ele sinta que está efetivamente a ser ouvido. Para este autor, este tipo de entrevistas requer uma elevada preparação, “provavelmente e certamente mais disciplina e, criatividade e mais tempo para análise e interpretação após a entrevista” (WENGRAF, 2001, p. 5). Este tipo de entrevista é indicado para entrevistas em grupo, uma vez que permite, simultaneamente, coletar a perspectiva individual de cada entrevistado e a interação entre os vários entrevistados (AFONSO, 2005), gerando-se, desta forma, um conhecimento sobre os participantes que, de outra forma, seria difícil. O uso de entrevistas em grupo ou entrevista de grupo focal é descrito por Fontana e Frey (2005) como uma técnica qualitativa de coleta de dados, que assenta no questionamento sistemático de vários indivíduos, simultaneamente, num ambiente formal ou informal. Neste tipo de entrevista, o entrevistador dirige o questionamento e as interações entre os entrevistados. Esta técnica é usada para vários propósitos, destacando-se o seu uso para estudos exploratórios, triangulação de dados ou para estudos fenomenológicos. Segundo estes autores, as capacidades de um entrevistador para conduzir uma entrevista focal não diferem muito das necessárias para uma entrevista individual (flexível, objetivo, empático, bom ouvinte, persuasivo). No entanto, aqui, este deve alternar ou balancear o seu papel de entrevistador com o de moderador. Sendo assim, este tipo de entrevistas permite, de uma forma bastante econômica, a coleta de uma grande quantidade de dados. Em relação às desvantagens, estes autores mencionam alguns problemas face às entrevistas individuais, tais como: o entrevistador deve evitar que algum entrevistado ou

grupo de entrevistados domine a entrevista; o entrevistador deve encorajar todos os participantes a falar, mesmo os mais renitentes, para assegurar uma maior participação e cobertura do tópico em estudo.

Face ao exposto, no final do curso foi realizada uma entrevista semiestruturada com cada grupo, com o objetivo de esclarecer alguns aspectos da sequência elaborada pelos professores e conhecer o impacto desta formação nas concepções destes. Foi efetuado o registro audiovisual das mesmas. De acordo com o contexto de cada caso (Brasil e Portugal), foi elaborado um roteiro (guião) específico, mas onde se procurou manter as questões de base. Os roteiros das entrevistas de ambos os casos encontram-se no Anexo F.

Questionários

O uso de questionários e entrevistas em uma pesquisa permite aos pesquisadores transformar em dados as informações comunicadas diretamente por um indivíduo (TUCKMAN, 2005). Segundo este autor estes instrumentos permitem acessar o que está “dentro da cabeça de uma pessoa” (ibidem, 2005, p.307). O questionário, enquanto instrumento de coleta de dados, é muito versátil, pois permite a sua utilização como um instrumento de pesquisa fornecendo, por vezes, dados numéricos, pode ser aplicado na ausência do pesquisador e é, comparativamente a outros instrumentos, simples de analisar (COHEN; MANION; MORRISON, 2007). Da mesma forma, Tuckman (2005) atribui ao questionário e à entrevista a possibilidade de estes poderem medir o que uma pessoa sabe (informação ou conhecimento), o que pensa (atitudes e crenças) e o que gosta e o que não gosta (preferências e valores). Um questionário pode ser visto como uma simples lista de questões que os participantes terão de responder e, se for bem elaborado, poderá ser aplicado a um grande número de pessoas e gerar, rapidamente, uma grande quantidade de dados (BURTON; BARTLETT 2005). Sendo assim, esta técnica pode tornar-se muito apelativa e levar, por este motivo, a utilizações inadequadas (BURTON; BARTLETT 2005; COHEN; MANION; MORRISON, 2007). Segundo Burton e Bartlett (2005), para pesquisadores menos experientes esta é talvez a primeira técnica em que pensam, para coletar dados de um grande grupo de pessoas, não tendo noção das dificuldades que a construção de um questionário eficaz apresenta. Também Cohen, Manion e Morrison (2005) alertam para a necessidade de ter de se despendido um tempo considerável na sua elaboração. Segundo estes autores, o pesquisador deve repensar cuidadosamente se é apropriado, ou não a sua utilização e, em caso afirmativo, que tipo de questionário deve ser utilizado para evitar situações desagradáveis em

que se verifica que os dados coletados não têm a qualidade pretendida. Tuckman (2005) apresenta uma série de problemas associados a este tipo de instrumentos, em que as pessoas não são observadas, mas interrogadas, que podem condicionar a sua eficácia:

- Os participantes devem cooperar. As questões podem não ter interesse para os participantes (BURTON; BARTLETT 2005).
- Os participantes devem dar a sua opinião e não aquilo que pensam que o pesquisador gostaria de ouvir;
- Os participantes devem saber o que sentem e o que pensam de modo a poder mencioná-lo, caso contrário, estamos a coletar não o que as pessoas acreditam, mas o que pensam acreditar.

Para evitar este tipo de problemas, Tuckman (2005) refere que os pesquisadores devem ser cautelosos e que devem aplicar constantemente os seguintes critérios:

- Verificar até que ponto uma questão pode influenciar os participantes a darem uma boa impressão de si mesmos;
- Verificar até que ponto uma questão pode influenciar os participantes a tentarem antecipar o que os pesquisadores querem ouvir ou encontrar;
- Verificar até que ponto uma questão pode pedir aos participantes uma informação, sobre si próprios, que eles podem não saber.

De acordo com este autor, estas considerações vão influenciar a validade de um questionário ou entrevista havendo, no entanto, determinado tipo de informações que não podem senão obter-se através de perguntas e respostas. Os pesquisadores devem, também, ter em conta que um questionário é sempre uma intrusão na vida de um sujeito, quer em termos de tempo despendido para responder às questões, quer em termos de invasão da sua privacidade. Os participantes não são objetos passivos de fornecimento de dados, são sujeitos (COHEN; MANION; MORRISON, 2007). Estes aspectos implicam considerações éticas de várias ordens. Os participantes não podem ser coagidos a responder, ou a completar um questionário, podem ser fortemente incentivados, mas a decisão final deverá ser sempre deles (COHEN, MANION; MORRISON, 2007). Também, de acordo com estes autores, deve existir um consentimento formal por parte dos participantes, garantias de anonimato, confidencialidade e não rastreabilidade dos dados por parte dos pesquisadores. Da mesma forma, o questionário em si, deve atender a uma justiça e um rigor metodológico, de tal forma

que este não contenha preconceitos, as questões devem estar bem construídas para a informação que se pretende obter, e a sua posterior análise deve obedecer a princípios de validade e confiança. Estes autores salientam, ainda, que a abordagem inicial com os participantes é de extrema importância, nomeadamente as explicações sobre a finalidade do questionário e a ênfase em todas as garantias atrás mencionadas. Uma vez escolhido o questionário como o melhor instrumento de coleta de dados em determinada situação, o pesquisador depara-se, agora, com a complexa tarefa de elaborá-lo, tendo à sua disposição vários tipos de questionários e vários tipos de questões. Começando pela questão base “O que pretendo verificar?” (TUCKMAN, 2005, p. 320), o pesquisador inicia a construção deste instrumento. Segundo Cohen, Manion e Morrison (2007), os pesquisadores podem optar por questionários estruturados, semiestruturados e não estruturados. Para estes autores, existe uma regra simples que deve ser aplicada no momento desta escolha: quanto maior for o tamanho da amostra, mais estruturado deve ser o questionário; para amostras pequenas, o questionário pode ser menos estruturado e conter perguntas mais abertas. Um questionário fechado e altamente estruturado demora muito tempo a construir, mas depois de aplicado pode gerar dados rapidamente, nomeadamente com o auxílio de um computador, permitindo fazer comparações e encontrar padrões. Um questionário semiestruturado pressupõe a existência de uma série de questões, afirmações ou itens que são apresentados aos participantes para estes responderem ou comentarem da forma que quiserem. Há uma estrutura, uma sequência e um foco, mas o formato é de resposta aberta, permitindo aos participantes usarem os seus próprios termos. Por último, Cohen, Manion e Morrison (2007) apresentam o questionário não estruturado, que consistirá num convite ao participante para escrever sobre aquilo que ele quiser.

Para construírem os questionários, os pesquisadores dispõem de vários tipos de questões e vários formatos de resposta (COHEN; MANION; MORRISON, 2007; TUCKMAN, 2005). Segundo Cohen, Manion e Morrison (2007) podem ser usadas questões de escolha múltipla, questões dicotômicas, escalas de avaliação e questões de final aberto (resposta aberta). As questões fechadas (questões de escolha múltipla, questões dicotômicas, escalas de avaliação, usadas em questionários estruturados) condicionam o tipo de resposta do participante, são úteis, por exemplo, quando se pretendem efetuar tratamentos estatísticos dos dados. Este tipo de questões é de resposta rápida. As questões de resposta aberta são úteis, por exemplo, para estudos de caso, ou seja, quando as respostas não são conhecidas e importa conhecer opiniões pessoais acerca de temáticas complexas. Têm a vantagem de permitirem ao

participante usar as suas próprias palavras e explicar as suas escolhas. No entanto, podem levar a informação irrelevante ou redundante. Requerem mais tempo de resposta e isso pode desencorajar o participante a responder ou a completar a resposta. A sua análise pode ser mais difícil de efetuar, a comparação entre as respostas dos participantes é mais complexa, assim como, a sua categorização.

Tuckman (2005) divide as questões em diretas *versus* indiretas, cuja diferença reside no fato de, no primeiro caso, ser óbvia qual a informação pretendida e, no segundo caso, não. Para este autor, a abordagem indireta tem maior probabilidade de produzir respostas francas e abertas, embora seja necessário um maior número de questões para se obter a informação pretendida. Da mesma forma, Tuckman (2005) menciona que as questões podem ser específicas ou não específicas. As questões específicas concentram-se num determinado objeto, pessoa ou ideia enquanto as questões não específicas abordam temas mais gerais. Neste caso, à semelhança com as questões diretas, Tuckman (2005) considera que as questões específicas podem levar o participante a ser mais cauteloso com a resposta e estas não serem, por isso, tão sinceras. As questões menos específicas podem levar o participante a dar a informação desejada “com menos alarme” (TUCKMAN, 2005, p. 309). Em relação ao tipo de questões, Tuckman (2005) considera a possibilidade do uso de questões *versus* afirmações, em que, no caso do uso de afirmações, o participante indica se concorda ou discorda (ou se a afirmação é verdadeira ou falsa). A escolha entre estes dois tipos dá-se, normalmente, com base no tipo de resposta pretendida. Este autor apresenta, igualmente, questões com resposta pré-determinada e questões com resposta-chave. No primeiro caso, o questionário pré-determina o número de respostas a dar, exigindo que o participante responda a certo número de itens. Nas questões de resposta-chave condiciona-se a decisão de responder ou não à questão, dependendo da resposta dada à questão anterior.

No que diz respeito ao tipo de respostas, Tuckman (2005) apresenta vários tipos possíveis: respostas não estruturadas ou de final aberto, em que o participante dá a sua própria resposta no formato que quiser; respostas estruturadas, em que o participante está condicionado a um tipo de resposta (por exemplo, sim ou não); respostas com espaços para preencher, em que o participante deve preencher um espaço em branco, limitando-se a resposta a uma frase ou uma palavra; respostas por tabela, neste caso, o participante preenche uma tabela, com números, frases, palavras, normalmente informação factual de natureza pessoal; respostas por escala, nas quais sendo um tipo de resposta estruturada, os participantes

devem indicar a sua aprovação ou rejeição relativamente a uma afirmação ou atitude através de uma escala (série de níveis); respostas por categorias, onde o participante tem a possibilidade de escolher entre categorias previamente definidas, podendo, normalmente, o participante escolher duas categorias.

A opção pelo tipo de questão e pelo tipo de resposta faz-se de acordo com a finalidade do questionário, evitando-se questões muito pessoais ou que possam irritar o participante logo no início, começando por respostas mais estruturadas seguidas de respostas mais abertas, se possível, intercalando-as (COHEN; MANION; MORRISON, 2007). Desta forma, transita-se de fatos mais objetivos para opiniões e atitudes mais subjetivas e sensíveis. Segundo estes autores, a aparência do questionário também é importante. Deve parecer fácil, atrativo e interessante. Não deve ser muito condensado e deve ter espaços suficientes para os participantes responderem.

Em relação à validade dos questionários, uma das estratégias seguidas é a utilização de estudos preliminares (estudos piloto ou pré-testes). Estes servem para avaliar a adequação do questionário e revê-lo com base nos resultados (COHEN; MANION; MORRISON, 2007; HILL; HILL, 2012; TUCKMAN, 2005). De acordo com Tuckman (2005), este deve ser aplicado a um grupo de sujeitos que fazem parte da população intencional do teste, mas que não irão fazer parte da amostra. No entanto, para Hill e Hill (2012), estes estudos requerem muito tempo e, por vezes, não há tempo para fazê-lo, neste caso deve-se pedir a várias pessoas para lê-lo e dar a sua opinião sobre a clareza e compreensão do mesmo.

Neste estudo, optou-se pela aplicação de dois questionários, um questionário pessoal (Anexo A), cuja finalidade era obter dados pessoais para caracterizar os professores participantes e um segundo questionário (Anexo B), com o objetivo de identificar as concepções prévias de professores em serviço (n=14) sobre o uso de modelos e visualizações em geral. Este questionário, com duas partes, foi aplicado na primeira sessão do curso, antes do início de qualquer discussão sobre o tema. Dado que este aspecto tinha de ser salvaguardado para não influenciar os resultados, era necessário recolher uma grande quantidade de informação de uma forma rápida em uma fase em que ainda não existia qualquer empatia entre a pesquisadora e os participantes. Por estes motivos, a opção por um questionário pareceu-nos a mais viável. A segunda opção seria efetuar uma entrevista individual, o que não nos pareceu exequível, uma vez que tomaria muito tempo e provavelmente os professores não se sentiriam à vontade para discutir aspectos do seu

conhecimento profissional com alguém que não conheciam. Este questionário foi aplicado anteriormente na pesquisa de mestrado e implementado em mais duas situações por outro pesquisador da mesma área. Desta forma, teve-se a oportunidade de rever algumas questões que não se mostraram adequadas às finalidades do estudo e retirar questões que se mostraram irrelevantes e/ou redundantes.

Antes da aplicação do questionário teve-se o cuidado de explicar a que se destinavam os dados coletados e a importância das informações prestadas para o desenvolvimento do conhecimento nesta área. Foi garantido o anonimato e a confidencialidade dos dados e prestados todos esclarecimentos solicitados. Foi obtido o consentimento formal dos participantes para a coleta de dados durante o curso de formação. O questionário foi por dividido em duas partes: a primeira parte, semiestruturada, continha dezoito questões, majoritariamente de resposta aberta e, uma segunda parte, acerca da noção de modelo científico, que continha sete questões sobre sete aspectos distintos da noção de modelo. Esta segunda parte apresentava uma estrutura fechada, existindo, para cada questão, várias opções de resposta fechada (três a quatro opções), das quais os professores deveriam escolher qual (ou quais) lhe pareciam corretas. Os sete aspectos distintos da noção de modelo e as opções foram inspirados a partir do trabalho de Justi e Gilbert (2003) que foi traduzido com a colaboração de uma pessoa nativa na língua inglesa com excelentes conhecimentos de português. A opção por este tipo de questionário mais estruturado, teve como objetivo diminuir o tempo necessário para responder ao mesmo, e coletar dados sobre um conjunto mais abrangente possível de tópicos relacionados com a noção de modelo, uma vez que estes são das visualizações mais usadas pelos professores (GILBERT, 2008; LINN, 2003; NSF, 2001). Este questionário teve como objetivo não só recolher, como já referido, as concepções prévias destes professores em relação a este tema, mas também introduzir algumas das questões-chave relacionadas com o uso destes recursos, como, por exemplo, as noções de visualização e modelo.

6.5 Análise de dados

A análise traz momentos de terror em que não há nada lá e tempos de alegria, a clareza de descobrir a verdade suprema. Entre estes momentos há longos períodos de trabalho duro, de pensamento profundo e levantamento de peso de enormes volumes de material. (Halcolm's Laws of Evaluation Research à la Murphy, apud PATTON, 1990)

O propósito da pesquisa qualitativa é produzir resultados. O processo de coleta de dados não é um fim em si mesmo. A análise, interpretação e a apresentação de resultados representam os momentos mais críticos, são o culminar de um trabalho difícil. O desafio é dar sentido a um enorme volume de dados, reduzir o volume da informação, encontrar padrões e encontrar uma forma de comunicar a essência do que os dados revelam (PATTON, 1990). Para Bardin (2012), trata-se de necessidade de descobrir, de adivinhar, de ir além das aparências e de um desejo de rigor, de superar a incerteza, ou seja, verificar se a minha leitura é válida e generalizável. Segundo esta autora, pode tratar-se, metodologicamente, de complementar uma verificação prudente a uma interpretação brilhante.

A análise de dados qualitativos trata-se de um processo criativo de organização sistemática de transcrições, notas de campo e de outros materiais com objetivo de aumentar a compreensão dos mesmos (BOGDAN; BILKEN, 1994; PATTON, 1987). Segundo Bogdan e Biklen (1994), quando se fala em análise de dados, significa interpretar e dar sentido a todo o material de que se dispõe a partir da coleta de dados. É uma tarefa analítica que exige rigor intelectual e muito trabalho, árduo e criativo (PATTON, 1987). No entanto, de acordo com Erickson (1986), só a partir do momento em que o pesquisador analisa os dados a recolher, é que se pode falar em dados. Os dados são extraídos do conjunto de material compilado a partir da análise do pesquisador, estes só tomam este estatuto a partir deste momento. As notas de campo, as gravações e os documentos não são dados. Mesmo as transcrições das entrevistas não o são. Tudo isto constitui materiais documentais, a partir dos quais os dados são construídos, graças a meios formais que a análise proporciona (ERICKSON, 1986, p. 149). Segundo o autor, as categorias que emergem implicam fazer julgamentos cuidadosos sobre o que é verdadeiramente significativo nos dados. Neste sentido, a análise dos dados permite a organização do que foi observado, ouvido e escrito, procurando-se categorizar, sintetizar, encontrar padrões e identificar conceitos nos dados recolhidos (ERICKSON, 1986).

Na literatura, encontram-se vários autores (LÜDKE; ANDRÉ 1986; MILES; HEBERMAN, 1994; STRAUSS; CORBIN, 2008; WOLCOTT, 2001) que abordam a forma de desenvolver o processo de análise de dados. Segundo Lüdke e André (1986), a análise dos dados deve ser feita à medida que a investigação decorre, sendo, contudo mais sistemática e formal quando a coleta dos dados termina. Para Miles e Huberman (1994), este processo deve ocorrer em três etapas: redução dos dados, representação e organização dos dados e conclusões. Estas três etapas devem inter-relacionar-se, formando um modelo iterativo. Na redução dos dados, o pesquisador deve começar por selecionar e simplificar os dados coletados para conseguir uma abstração e transformação após sua codificação. Na segunda etapa, procede-se à sua representação e organização. Desta forma, facilita-se a comparação dos dados coletados através de várias técnicas e permite-se uma visualização mais clara destes, ajudando a planejar outras análises, aumentando a credibilidade das conclusões do estudo. A representação da informação pode ser feita de várias formas: matrizes, constituídas por linhas e colunas, e redes, constituídas por ramificações, que constituem uma grande ajuda para quando se pretende focalizar mais do que uma variável ao mesmo tempo. Na última etapa, procede-se à elaboração das conclusões constituindo o momento em que se atribui significado aos dados reduzidos, representados e organizados. Dado que é um processo cíclico e iterativo, as conclusões iniciam-se após a coleta de dados, sendo melhoradas e aumentadas no decorrer da investigação.

Para Wolcott (2001), o processo de análise de dados envolve três etapas: descrição, análise e interpretação. Iniciando-se pela descrição, os dados são tratados objetivamente como fatos, o pesquisador descreve as suas notas de campo, o que observa e o que os participantes no estudo referem. Na etapa seguinte, os dados são categorizados de acordo com as suas propriedades e dimensões, permitindo organizar a fase anterior com maior profundidade, conduzindo à sua análise. No momento da interpretação, o pesquisador socorre-se da sua intuição, de experiências passadas e emoções, ao contrário da análise, que provem de procedimentos específicos. Aqui se dá sentido ao fenómeno em estudo.

Também Strauss e Corbin (2008) caracterizam estas três etapas em: descrição, estruturação conceitual e teorização. Na primeira etapa, o pesquisador, a partir da sua própria perspectiva, utiliza as palavras para produzir uma imagem mental acerca de um fenómeno, experiência, situação, emoção ou sensação. Na segunda etapa, procede-se à organização dos dados, de acordo com as suas propriedades específicas. Por último, na etapa da teorização,

cria-se um conjunto de categorias, interligadas por intermédio de proposições, de forma a explicar e prever o fenômeno. A criação de categorias é efetuada através de um processo de codificação e categorização. Este método, designado por questionamento e comparação constantes, é um processo analítico usado para estimular o pensamento sobre as propriedades e dimensões das categorias. Trata-se de um método indutivo e que constitui uma técnica que conduz o pesquisador na procura de padrões implícitos nos dados. Evidencia-se que a codificação corresponde à transformação dos dados em representação do conteúdo, atendendo às unidades de análise. Colocar questões e fazer comparações tem várias funções, nomeadamente ajudar os pesquisadores a terem uma ideia do significado dos dados obtidos, e a ajudar a sensibilizá-los para as possíveis propriedades e dimensões que existem nos dados. Sendo assim, pode-se verificar, por exemplo, a necessidade de entrevistas futuras, alterar o plano inicial de pesquisa ao examinar mais de perto a teoria em elaboração e ajudar os pesquisadores a atingirem um plano abstrato mais rapidamente, facilitando a ligação e diversificação de categorias.

Em consonância com Lüdke e André (1986), esta análise dos dados foi feita à medida que a primeira fase de coleta decorreu, contudo foi mais sistemática e formal quando a coleta dos dados terminou. A coleta e análise de dados não correspondem a fases distintas da pesquisa. De fato, as observações naturalistas, os documentos escritos, as entrevistas em grupo focal e os questionários são os dados disponíveis para a pesquisadora analisar e dar um significado. Nesta pesquisa, optou-se por uma análise indutiva dos dados, promovendo a codificação que permitiu a segmentação e conceituação dos dados. Os segmentos que tinham partes em comum foram agregados e codificados. À medida que um novo segmento foi selecionado, foi comparado com os outros já codificados e categorizados, surgindo duas situações possíveis: ou lhe é atribuído o mesmo código e colocado na mesma categoria, se tiver um significado semelhante aos segmentos já selecionados, ou surge um novo código e, consequentemente, uma nova categoria, se não houver, nos conjuntos de significados existentes, nenhum que se adapte ao significado do novo segmento.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), as categorias possibilitam classificar os dados obtidos e podem surgir à medida que os dados são recolhidos. Embora este processo seja longo, estas facilitam a compreensão dos fenômenos, reúnem um grupo de elementos com características em comum e podem ser formadas a partir de dois processos inversos. Num dos processos, as categorias são fornecidas e os dados obtidos são organizados, tendo em conta

essa pré-definição. No outro processo, as categorias não são fornecidas, resultando da análise dos dados obtidos. No entanto, em ambos os casos comparam-se constantemente os conceitos inseridos em cada uma e, conseqüentemente, modificam-se, expandem-se, integram-se, articulam-se, confirmam-se e refinam-se (TESCH, 1995).

A codificação das categorias pode ser feita de três formas (STRAUSS; CORBIN, 2008). Sendo assim temos: codificação aberta, axial e seletiva. Na codificação aberta, os conceitos são identificados e as suas propriedades e dimensões são retiradas a partir dos dados obtidos. Na codificação axial, os códigos surgem em torno das categorias sendo o principal objetivo desenvolver e comunicar, sistematicamente, as categorias através de estratégias de ação/interação, condições causais de intervenção e das conseqüências. Na codificação seletiva, reúnem-se todas as categorias e subcategorias em uma categoria global, de modo a fazer surgir uma teoria.

De acordo com a natureza das questões de pesquisa deste trabalho, optou-se por uma codificação aberta em que as categorias e subcategorias emergem a partir da análise dos resultados obtidos. Apresenta-se, em seguida, o processo de análise dos dados provenientes das notas de campo, das transcrições dos registros áudio (observação naturalista), dos documentos escritos, transcrições da entrevista semiestruturada e dos questionários, em relação à primeira questão que orienta este estudo “Que mudanças ocorrem nas concepções dos professores envolvidos neste estudo acerca das visualizações?” A criação das categorias e subcategorias iniciou-se com processo de codificação a partir da leitura de todos os questionários, notas de campo, transcrições dos vídeos das comunicações orais, TLS, relatórios, Power Point de apresentações orais e transcrições das entrevistas semiestruturadas efetuadas durante o curso.

A análise dos resultados destas categorias é realizada em dois momentos da formação. Primeiro, no início, com o objetivo de identificar as concepções prévias dos professores em relação ao uso de visualizações na sala de aula e, também, em relação à noção de modelo, e após o curso de formação. Importa, aqui, esclarecer duas situações. Em primeiro lugar, para a caracterização das concepções prévias utilizou-se, fundamentalmente, o questionário prévio aplicado na primeira sessão e, pontualmente, dados das notas de campo, onde os professores se referissem às suas concepções antes do curso; segundo, embora a apresentação oral das sequências e a entrevista final tenham sido realizadas ainda durante o curso (penúltima e última sessão), consideram-se, para efeitos de pesquisa, momentos pós-formação. Nesta fase,

a maioria das discussões e tarefas desenvolvidas pelos professores no sentido de promover um maior conhecimento acerca destes recursos já tiveram lugar, sendo assim, as sequências elaboradas e todas as intervenções dos professores nestes momentos finais consideram-se influenciados pelo curso de formação. Desta forma, tenta-se identificar o impacto da formação nas modificações destas concepções prévias. O texto é segmentado e, a cada segmento, atribui-se um código. Sempre que se encontra um texto com significado semelhante é-lhe atribuído o mesmo código, caso contrário cria-se um novo código, dando-se início ao processo de codificação aberta. A aplicação do método do questionamento e da comparação constantes desenvolvido por Strauss e Corbin (2008) faz emergir as seguintes categorias: noção de visualização, uso das visualizações e noção de modelo.

Salienta-se que as categorias atrás mencionadas dizem respeito às ideias mais gerais dos participantes, e o nome de cada uma é atribuído de forma a serem incluídas as afirmações segmentadas com o mesmo código. Tendo-se verificado a necessidade de subdividi-las em subcategorias, para facilitar a composição e apresentação dos dados, faz-se nova a aplicação do método do questionamento e da comparação constantes (STRAUSS; CORBIN, 2008). Sendo assim, a categoria noção de visualização inclui duas subcategorias: natureza da visualização e capacidade de visualização. A categoria uso das visualizações envolve as subcategorias: motivos para o uso, potencialidades e critérios de escolha. A última categoria contém as subcategorias: natureza e papel na ciência. Na tabela 6.29 encontra-se uma síntese das categorias e subcategorias relacionadas à questão de pesquisa: “Que mudanças ocorrem nas concepções dos professores envolvidos neste estudo acerca das visualizações?”

Tabela 6.29 – Categorias e subcategorias relacionadas às mudanças nas concepções dos professores envolvidos neste estudo acerca das visualizações

Questão de pesquisa	Coleta de dados	Categorias	Subcategorias
Que mudanças ocorrem nas concepções dos professores envolvidos neste estudo acerca das visualizações?	Questionário Notas de campo Transcrições dos registros audiovisuais da comunicação oral TLS Entrevista semiestruturada	Noção de visualização	Natureza
			Capacidades de visualização
		Uso das visualizações	Motivos para o uso
			Potencialidades
			Crítérios
		Noção de modelo	Natureza
			Papel na ciência

Em seguida, passa-se à identificação das categorias incluídas nas abordagens pedagógicas que os professores utilizam para integrarem as visualizações em sala de aula. Para tal, são analisadas as sequências didáticas (TLS), as apresentações em Power Point dos grupos, os relatórios elaborados pelos grupos que aplicaram a sequência em sala de aula e as notas de campo da pesquisadora. Começa-se por uma leitura exaustiva das sequências didáticas elaboradas por cada um dos grupos com segmentação do texto. A cada segmento é atribuído um código, de acordo com as características que apresentam. De seguida são analisadas as transcrições das comunicações orais e segmentado o texto. Da mesma forma, são analisadas as transcrições das entrevistas. A cada segmento com as mesmas características é atribuído o mesmo código. Após a utilização do método do questionamento e comparação constantes (STRAUSS; CORBIN, 2008) a cada segmento codificado, surge a seguinte categoria: natureza das abordagens. Nesta categoria, emergem as seguintes subcategorias: tradicional, sociocultural/construtivista e mista.

Por último, passa-se à codificação das notas de campo, retiradas pela investigadora durante a observação das aulas em que os professores aplicaram a sequência didática. Os textos que constam nestas são segmentados de acordo com a categoria e subcategorias definidas. Evidencia-se que todos os segmentos encontrados correspondem a uma categoria e subcategorias já existentes, levando à saturação teórica (STRAUSS; CORBIN, 2008). Na Tabela 6.30 encontra-se uma síntese da categoria e subcategorias relacionadas à questão de pesquisa: “Que abordagens pedagógicas os professores utilizam para integrarem as visualizações em sala de aula?”

Tabela 6.30 – Categoria e subcategorias relacionadas às abordagens pedagógicas utilizadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula

Questão de pesquisa	Coleta de dados	Categoria	Subcategorias
Que abordagens pedagógicas os professores utilizam para integrarem as visualizações em sala de aula?	TLS Relatórios Transcrições dos registros audiovisuais da comunicação oral Entrevistas Notas de campo	Natureza das abordagens	Tradicional
			Construtivista
			Mista

Na tabela 6.31 caracterizam-se a categoria e subcategorias incluídas nas dificuldades que os professores apresentam para integrarem as visualizações em sala de aula. Estas categorias emergem da análise da transcrição dos registros audiovisuais que cada grupo fez, seguida da leitura da transcrição dos registros audiovisuais da entrevista semiestruturada de cada grupo. Após segmentação do texto de ambas as transcrições e atribuição dos respectivos códigos foram criadas as categorias segundo o método da comparação e questionamento constantes (STRAUSS; CORBIN, 2008).

Tabela 6.31 – Categorias e subcategorias relacionadas às dificuldades manifestadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula

Questão de pesquisa	Coleta de dados	Categoria	Subcategorias
Que dificuldades manifestam os professores durante a concepção e utilização de atividades com recuso a ferramentas visuais?	Transcrições dos registros audiovisuais da comunicação oral Entrevista semiestruturada Notas de campo	Natureza das dificuldades	Dificuldades técnicas
			Dificuldades pedagógicas

SÍNTESE

Neste estudo, utiliza-se uma metodologia que tem as suas raízes na investigação qualitativa, com orientação interpretativa. Participam neste estudo 28 professores de Física e Química, pertencentes a dois países, Brasil e Portugal. Utilizam-se vários instrumentos de coleta de dados: observação naturalista, registros audiovisuais e as notas de campos registradas pela investigadora; entrevista semiestruturada; e documentos escritos. Usam-se diferentes fontes de coleta de dados de forma a permitir a sua triangulação, reforçando-se a validade do estudo. De acordo com o paradigma da investigação naturalista, a análise de dados consistiu no estudo repetido destes, com o objectivo de descobrir padrões, singularidades e temas associados com as questões da investigação. Desta forma, para identificar as categorias e subcategorias, adotou-se um processo de codificação e aplica-se o método do questionamento e da comparação constantes.

7. RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados, procurando-se responder às questões de pesquisa. No primeiro subcapítulo, encontram-se os resultados relativos ao caso do Brasil, seguidos pelos resultados do caso Português. Cada subcapítulo está dividido em três seções referentes às questões de pesquisa. Na primeira seção, apresentam-se os resultados relativos às mudanças que ocorrem nas concepções dos professores participantes neste estudo acerca das visualizações. Na segunda seção, descrevem-se as abordagens utilizadas durante o seu uso e, na última seção, apresentam-se as dificuldades manifestadas por estes professores durante o seu uso.

7.1 CASO DO BRASIL

7.1.1 Mudanças nas concepções dos professores acerca do uso de visualizações

Neste ponto aborda-se a primeira questão de pesquisa, sendo assim, descrevem-se as mudanças detectadas nas concepções dos professores do Brasil acerca do uso das visualizações, atendendo às categorias apresentadas na Tabela 6.29: noção de visualização, uso das visualizações e noção de modelo. Para cada uma das categorias e subcategorias, mencionam-se os argumentos dos professores em dois momentos, antes da formação e após formação. Para descrever os resultados, ao longo deste capítulo são apresentados vários extratos dos documentos escritos e das transcrições efetuadas.

Noção de visualização

Em relação ao termo visualização, as referências iniciais são bastantes heterogêneas. Para alguns professores, o termo visualização está relacionado à capacidade de interpretar uma imagem, “efeito de ver, observar” ou “capacidade de elaborar mentalmente de forma abstrata um modelo ou uma imagem”, mas, para a maioria, é recurso visual, ou seja, “o que se vê”, “imagens com ou sem animações” ou “o modo como está disposto no espaço”. A partir destes dados, podemos inferir que a maioria destes professores apresenta uma noção incompleta do papel destes recursos na aprendizagem, dado que não mencionam qualquer relação com a elaboração mental de significados a partir de uma representação interna ou externa. Este fato parece advir da ausência de discussão acerca da natureza e do papel destes

recursos na aprendizagem, nomeadamente na formação inicial e em cursos de formação continuada, declarada pelos professores no questionário inicial.

Após o curso, um número maior de professores já associa ao termo “visualização” (recurso, representação) o consequente e necessário ato de interpretar, de atribuir significado ao que se está a visualizar. Ao longo das várias intervenções dos professores, podemos constatar uma crescente preocupação em relação às interpretações que os seus alunos dão às diferentes imagens que vão utilizando nas suas aulas. Por exemplo, PB11 mencionou na apresentação do Grupo A:

Só queria chamar a atenção de uma imagem, quando tinha o gelo, um copo com água e um copo vazio. O que me chamou à atenção, na hora que eu olhei rapidamente, fiquei... Eu parei, eu penso no aluno, como é que ele agiria nesse momento de ver o copo vazio. O copo vazio tem vapor de água? (Registro audiovisual da comunicação oral, junho 2011)

Nesta intervenção, podemos observar um diferente posicionamento do professor ao manifestar uma preocupação sobre as possíveis interpretações que um aluno pode atribuir a uma imagem ou conjunto de imagens. A representação do estado sólido e do estado líquido da água são fáceis de obter e não apresentam, geralmente, problemas de interpretação. Quanto ao estado gasoso, embora seja algo que a maioria dos alunos já observou muitas vezes, as imagens usadas em livros e em outro tipo de recursos não são as mais adequadas. Ao utilizar-se um copo vazio para representar água no estado gasoso estamos a supor que o aluno tem conhecimento de que, no ar, existe sempre algum vapor de água, pois, de fato, os nossos olhos não veem as moléculas de água. Sendo assim, é necessário apelar à imaginação do aluno para que este consiga fazer esta associação entre a representação e objeto representado (água no estado gasoso). Para um professor, esta associação é natural e rapidamente perceberá que o conjunto das três imagens pretende representar a água nos três estados, mas será que para um aluno isto também é óbvio? Cabe ao professor escolher as melhores representações visuais e antecipar possíveis dificuldades, deslocando-se para o ponto de vista do aluno. Esta reflexão e análise prévia do PB11, em relação a esta imagem, demonstra uma maior noção do papel destes recursos na aprendizagem, o que constitui uma alteração em relação às concepções iniciais. Da mesma forma PB14 e PB12 mencionaram, respectivamente, durante a apresentação do Grupo A:

PB14: [...] Eu acho que inicialmente a introdução deixa o aluno... imaginar e depois você direciona, porque como a imagem fala, por si só, e muitas vezes a gente pensa que o aluno está pensando como você, mas não é bem verdade.

PB12: Só uma coisinha... é isso justamente que ele falou, o olhar fica diferente né, não só com o vídeo que a gente passou, que os colegas passaram, mas até no meu caso, às vezes, trabalho com transparências para mostrar imagens né, imagens estáticas, e agora uma coisa que eu não tinha antes, que eu coloco e penso será que eles vão imaginar uma outra coisa, então, desperta um sentido mais crítico na escolha da imagem, eu acho. (Registro audiovisual da comunicação oral, junho 2011)

Também a partir destas duas intervenções é possível constatar uma tomada de consciência, que não existia antes do curso, no que diz respeito ao processo de interpretação e à possibilidade de o aluno atribuir um significado diferente daquele inicialmente imaginado pelo professor. PB14 manifestou a necessidade de o professor ter de “direcionar” a interpretação das imagens, evitando a atribuição equivocada de significados. No caso de PB12, este referiu “olhar” para estes recursos de outra forma, ou seja, reconhecendo um impacto diferente do geralmente atribuído (lúdico, apelativo), despertando nele um maior cuidado na escolha. Na entrevista, PB13, também manifestou claramente esta alteração, quando mencionou, acerca do tema visualização:

É a forma como a gente processa as imagens, como a gente interpreta elas, dependendo sempre desta perspectiva, a partir daquilo que você está visualizando você está construindo um significado, um conceito, eu vejo visualização nesse sentido... não gostei daquela outra (outro significado para visualização), é mais passiva do recurso em si, né. Pelo menos, eu entendo assim nessa perspectiva de como... ainda que você esteja usando um recurso, cada um enxerga de uma forma, vai interpretar de uma forma, então aquela primeira definição...(Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, junho 2011)

Através da intervenção de PB13, podemos verificar a presença dos dois possíveis significados para o termo visualização, discutidos durante a formação, apresentando este professor a noção das duas perspectivas. Este enriquecimento permitirá um aumento da sensibilidade acerca do impacto destes recursos na educação. No entanto, para PB4 a visualização ainda aparece muito relacionada a recurso:

É, qualquer visualização eu entendo como imagem, pode ser figura estática pode ser simulação, pode ser... até uma escrita diferente mesmo, um texto mais aprimorado chama mais a atenção do que a imagem...(Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, junho 2011)

Neste caso, o professor apenas conseguiu elencar uma série de recursos visuais, não fazendo qualquer alusão à questão da interpretação e consequente construção de

conhecimento. Desta forma, podemos observar que, apesar de se verificarem algumas mudanças nas concepções da maioria dos professores, seria necessário um trabalho mais profundo para que todos tomassem consciência do papel das visualizações e da visualização no processo de ensino-aprendizagem, nomeadamente na criação de representações mentais que permitam prever comportamentos e na aquisição de capacidades metavisuais. Na Tabela 7.1 apresentamos as principais diferenças detectadas na noção de visualização antes e após o curso de formação.

Tabela 7.1 – O que é visualização para os professores antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Noção de Visualização	Associada principalmente a ferramenta visual/recurso	Associada principalmente a atribuição de significado/interpretação
Natureza		

Capacidades de visualização

Diretamente relacionada com a noção de visualização como ato de interpretação, de acordo com os referenciais da psicologia cognitiva, a aprendizagem através destes recursos está nesta capacidade dos alunos conseguirem construir uma representação interna coerente, ancorada muitas vezes em conhecimentos prévios. No questionário prévio, a maioria dos professores referiu-se a estas capacidades de visualização de uma forma muito superficial, sendo a resposta mais comum entender ou compreender uma imagem, ou seja, ser capaz de perceber a informação sem, no entanto, relacionarem com a necessidade da reelaboração mental desta informação para darem resposta a alguns problemas/fenômenos das ciências. Dos restantes professores, um não respondeu e apenas dois professores (PB5 e PB7) relacionam com o imaginário, ou seja, com a construção de modelos mentais, PB7 mencionou: “Capacidade de reproduzir ações, onde o observador seja capaz de relacionar o imaginário com o real”. À semelhança da subcategoria anterior, também aqui é nítida a insegurança e superficialidade nas respostas, deixando perceber a falta de conexão entre o que os olhos veem e o que o cérebro constrói a partir da observação. Neste ponto, é notório que a maioria dos professores, e muitos deles com largos anos de experiência, não tinha tido a oportunidade de discutir este tópico na sua formação. A utilização cada vez mais frequente

destes recursos acarreta uma preocupação com a forma como as representações não verbais são interpretadas e com o desenvolvimento destas capacidades. A falta de conhecimento e consciência de que estas capacidades são necessárias, nomeadamente na Química, aonde a utilização de estruturas tridimensionais é muito usual, acabará por condicionar o impacto destes recursos. Os alunos necessitam destas capacidades para descodificarem corretamente determinadas representações, para fazerem transições de 2D para 3D, e vice-versa e para fazerem vários tipos de operações mentais que lhes permitirão dar resposta a alguns problemas da ciência.

Durante a entrevista final, os professores foram de novo questionados sobre este conceito tendo, na maioria, mostrado alguma evolução nesta área, parecendo mais conscienciosos em relação à importância destas capacidades, nomeadamente na Química, em que a visualização espacial ou “interpretação espacial” é muito importante para compreender e produzir modelos. O Grupo C relatou na entrevista:

PB11: Sabe que eu nem respondi a isso no questionário, eu pensei, puxa o que é isso? Quando a gente discutiu isso no curso, eu pensei como eu não sabia? Na Química é tão importante. Lá na química orgânica, a gente acaba pedindo pra eles imaginarem a molécula, nem que seja a do metano, e é preciso capacidade de imaginar a imagem 3D, se você não tiver o cuidado de mostrar um modelo concreto e tem muito professor que só usa imagem lá da apostila. É, eu pensando bem, acho que isso se treina. Eu vou prestar mais atenção nas minhas aulas...”

PB12: Eu respondi, mas acho que não... nada certo. Agora eu dou mais importância sim, tem matérias que não dá pra trabalhar sem essa capacidade de imaginar e nem todos os alunos são capazes de fazer isso, a gente diz: -Tá vendo, e eles lá sem ver nada...abanando a cabeça...

PB3: Até a gente, às vezes, não vê nada. Ninguém treinou a gente, ninguém chamou a atenção pra isso, como a gente vai fazer isso com os alunos? Só agora eu percebi a importância lá das bolinhas pra eles imaginarem corretamente a estrutura, porque eles podem imaginar qualquer coisa, né... ou nada. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, junho 2011)

A partir deste trecho da entrevista, é possível perceber a falta de conhecimento e consciência que estes professores apresentavam acerca destas capacidades. Como PB3 mencionou “ninguém treinou a gente”. Desta forma, torna-se difícil para um professor, mesmo experiente, perceber sozinho que, muitas vezes, os alunos não têm capacidades de visualização para entender e reelaborar certas representações visuais, e que, sem este processo, a aprendizagem não acontece. Porém, é possível observar alguma modificação neste tópico, a maioria dos professores mostrou-se sensibilizada com este ponto, que foi discutido na formação, e disponível para alterar as suas práticas, como está bem patente na intervenção

de PB11 e de PB12. A abordagem deste tópico durante o curso permitiu-lhes perceber que existem estudos na área educacional sobre este assunto, que não é consensual, e esta entrevista deu-lhes a oportunidade de refletir sobre a própria prática ao afirmarem, por exemplo, “É, eu, pensando bem, acho que isso se treina” (PB11). Esta alteração também é perceptível neste extrato da entrevista com o Grupo D:

PB10: É, agora eu vejo, está tudo relacionado. Se você consegue visualizar você consegue entender, atribuir significado, você consegue interpretar e isso é uma capacidade.

PB 6: Eu acho que é isso e ainda mais. Eu acho que é quando você consegue criar um modelo mental lá da...do objeto.

PB9: É, eu estou lembrando dos exemplos do curso, quando você tem, por exemplo, de fazer uma rotação mental e ver como ficou a molécula. Nem todos tem essa capacidade, eu só consigo fazer prá molécula pequena e às vezes, minha nossa, com dificuldade. É a capacidade de... como dizer... de ver na sua cabeça uma imagem...é isso. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, junho 2011)

Mais uma vez, através das falas deste grupo, é possível observar uma ligação entre os recursos visuais e a aprendizagem, bem explícita na intervenção de PB10 “Se você consegue visualizar você consegue entender, atribuir significado, você consegue interpretar e isso é uma capacidade.” Quando o professor introduz este tipo de recursos, se o aluno não conseguir “ver” na sua mente, ou se construir algo distorcido, o impacto na aprendizagem é nulo ou negativo. Esta tomada de consciência, como refere PB9 “Nem todos tem essa capacidade, eu só consigo fazer prá molécula pequena e, às vezes, minha nossa, com dificuldade.”, será o ponto de partida para uma melhor seleção destes recursos e para uma melhor utilização em sala de aula. Da mesma forma, o Grupo B mencionou, durante a entrevista, as suas dúvidas e dificuldades em relação a este conceito:

Pesquisadora: E capacidades de visualização?

PB1: Tem a ver com a capacidade de interpretar uma imagem. Se você consegue ou não dar um significado.

PB4: Há essa parte eu entendi bem, tem a ver com a capacidade de imaginar mentalmente como fica um objeto depois de rodarmos ele. Lembra na Química Orgânica, quando a gente pede para desenhar a imagem da molécula como ela fica no espelho. É uma confusão, todo mundo erra. É uma questão de treinar o olhar e usar muita imagem, modelo...

PB14: É, eu acho que eu estou lembrando sim. Nós discutimos isso aqui, estou lembrando da discussão, dá prá desenvolver, ou não, essas capacidades de criar uma imagem mental? Pois... é complicado, eu nunca tinha pensado nisso, o que a gente imagina depois de ver uma imagem e como isso é feito pelos nossos alunos. É, tenho de pensar melhor sobre isso... (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, junho 2011)

Mais uma vez, é possível detectar uma alteração na concepção dos professores acerca deste tópico, todavia remetendo, de novo, para a questão da falta de discussão prévia nesta área. Este fato deixa o professor condicionado no seu papel, pois provavelmente ele não irá providenciar toda a ajuda necessária para que os seus alunos consigam através destes recursos atingir o nível de conhecimento que seria de se esperar, ou então, como eles próprios mencionaram “[...] eles podem imaginar qualquer coisa... ou nada.” (PB3). Este despertar para estas capacidades de visualização e suas formas de desenvolvimento (“É uma questão de treinar o olhar e usar muita imagem, modelo...”), num momento que eles introduzem com crescente frequência estes recursos, permitirá em uma primeira fase uma reflexão sobre a forma como os têm introduzido e, esperamos, a uma mudança em suas concepções acerca destas ferramentas e uma alteração das suas práticas. Na Tabela 7.2, encontra-se um resumo das principais diferenças encontradas nas concepções dos professores sobre capacidades de visualização, antes e após o curso.

Tabela 7.2 – Capacidades de visualização antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Noção de visualização	Compreender ou entender as imagens	Capacidade de criar imagens mentais (maioria dos professores)
Capacidades de visualização	Capacidade de imaginar (dois professores)	Capacidade de criar e manipular imagens mentais (alguns dos professores)

Em seguida, apresentam-se os argumentos dos professores relativos aos motivos/razões para o uso destes recursos antes e após a formação.

Motivos para o uso

Em relação aos motivo (s) para o uso de visualizações, a maioria dos professores relatou inicialmente que os motivo (s) para o uso de visualizações são principalmente para “facilitar o entendimento dos conteúdos” ou “melhorar a compreensão do aluno em relação ao tema”, e, em alguns casos, mencionam simultaneamente que é para “tornar a aula mais atrativa”, “despertar o interesse” ou “tornar o abstrato mais palpável”. Um professor

mencionou o uso destes recursos para ajudar os alunos a criarem significados. Cinco professores mencionaram diretamente que um dos motivos é a pressão que a direção da escola faz para que usem este tipo de recurso. Igualmente, durante a comunicação oral, um dos grupos mencionou que se sentem quase como que “forçados” a usar tecnologia e percebem que, por vezes, é difícil competir com os alunos em relação a ela. A partir destas respostas, é possível observar que, por um lado, os professores percebem que estes recursos, dadas as suas características, são apelativos para os alunos e captam sua atenção e, por outro lado, ou em consequência disso, melhoram a sua aprendizagem. No entanto, é perceptível que, sem alguma pressão externa, estes professores não estariam a usar estes recursos, nomeadamente os incorporados em tecnologia. Dado que só um professor mencionou o papel destes recursos na construção do conhecimento, os restantes por omissão, parecem não ter consciência deste papel e, por conseguinte, seu uso é condicionado por este fato.

Após o curso, salientaram que sentem a necessidade de manter a atenção dos alunos, mas sem perderem o foco, isto é, o propósito principal para usar estas ferramentas. A maioria enfatizou o uso destes recursos dentro de uma perspectiva de construção de conhecimento, onde o foco está na interação entre alunos, professores e recursos. Mencionaram, ainda, “temos de os integrar harmoniosamente com os outros elementos do currículo [...] e não como apêndices ou elementos periféricos”. Aqui, temos uma evolução no papel atribuído aos recursos visuais que não tinha aparecido antes do curso. A discussão do papel destes recursos durante o curso abriu perspectivas e funções para o seu uso que não tinham sido identificados previamente pelos professores. A compreensão do impacto da linguagem visual na aprendizagem que até aqui não era identificada, ou compreendida, provocou, nestes professores, uma alteração dos motivos para usar estes recursos.

Outro grupo justifica, agora, o seu uso referindo que: “a tecnologia multimídia pode tornar a aprendizagem mais relevante e excitante, através da combinação de diferentes meios, estimulando-os de diversas formas”. Mencionaram que o maior desafio é ter a noção de que, no caso dos ambientes multimídia, estes têm funções múltiplas e que os professores precisam de formação, força de vontade e condições na escola para os poderem usar adequadamente. PB14 mencionou que: “Eu acredito que não é correto usar um vídeo sem um propósito, só porque é diferente, ser diferente não é o mais importante, o mais importante é a mensagem [...] que promova uma aprendizagem significativa.” Podemos perceber, nesta intervenção, alguma modificação acerca da ordem de prioridades que devem estar presentes quando da

escolha destes recursos. Nestas intervenções existem algumas evidências de que os professores poderão ter ficado com a noção que usar a tecnologia, só por si, pode não contribuir para uma melhoria efetiva na aprendizagem, o professor tem um papel preponderante no sucesso destas ferramentas e que necessitam de formação nesta área.

Durante a entrevista, a maioria referiu diretamente que as razões/motivos para usar estes recursos modificou-se. O seu uso, agora, está mais relacionado com a construção do conhecimento e, neste sentido, nas suas práticas já se questionam sobre o propósito para utilizar determinado recurso, se os alunos gostam porque é “bonitinho”, ou se realmente está a contribuir para a sua aprendizagem. Na intervenção do professor PB2, é possível verificar esta mudança:

Pesquisadora: Continuando, mudaram os motivos? Ou são os mesmos?

PB 2: Mudaram, mesmo na maioria das vezes trabalhando com giz e lousa eu penso muito mais no jeito que eu faço o desenho na lousa, porque agora eu acho necessário, agora quando eu faço um desenho os alunos elogiam porque agora eles falam prá mim que entenderam. Porque agora eu dou muito mais importância a essa parte da construção do conhecimento através da visualização, a parte de mostrar vídeos... por exemplo, eu falo de célula, eu mostro a célula ou tento ir ao laboratório e, no laboratório mostrar... porque eles vão pouco ao microscópico, uma coisa é falar, ver é diferente. E também, mais prá frente, vou tentar usar outras tecnologias, internet, dependendo, eu também tenho de ter um respaldo da escola, pra mim para me ajudar, e como eu sou novo na escola e eu não sou muito versátil ainda, mas eu me sensibilizei nesse curso prá isso, eu vejo que é necessário. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, junho 2011)

Este professor manifestou um desenvolvimento nos motivos, apesar de ter consciência de que existe uma diferença entre “falar” e “ver”, este não fazia uma relação geral entre as visualizações e a construção de conhecimento, que aparentemente parece ter adquirido. Sendo assim, nas suas práticas procura refletir no momento de utilizar a linguagem visual, pensando conscientemente em seu impacto. Da mesma forma, através da intervenção de PB5, podemos observar o reconhecimento da aquisição de um motivo para utilizar estes recursos:

Pesquisadora - Ok! Os motivos pelos quais recorrem hoje ao uso das visualizações são os mesmos que tinham antes do curso ou houve alguma alteração? E se houve qual?

PB 5: Bom, como eu já tinha comentado com você era uma coisa que eu tinha deixado de explorar já fazia anos, eu não conseguia mais perceber o uso dela (das visualizações) na sala de aula ... Como funcionaria esse recurso? Acho que até pela falta de embasamento teórico, você acaba deixando de utilizar, então eu já não fazia mais nada. Eu me lembro, então, que, quando eu comecei a dar aulas que eu utilizava muito esse tipo de recurso, nem que fosse visualização estática, mas sempre fazia, depois, você

se acostuma, né... e você acha que só as palavras são o suficiente, então a lousa é suficiente, então acaba cortando isso, você aí trouxe de novo essa possibilidade de uso, a forma de ver como essas representações podem ser absorvidas por eles, a forma de explorar essas representações, então mudou bastante. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, junho 2011)

Neste caso, o professor admite ter adquirido uma noção do lugar que estes recursos podem e devem ocupar no processo de ensino-aprendizagem, a falta de embasamento teórico, ou seja, a ausência de discussão das questões pedagógicas acerca deles durante a sua formação conduziu ao abandono progressivo da sua utilização. Na intervenção de PB9, também podemos observar esta mudança nos motivos à medida que os professores percebem e sentem o impacto nas suas práticas.

PB9: É, eu também acho que foi bastante importante nisso; hoje, quando eu vou preparar uma aula, eu pego uma imagem; antes no caso eu pegava e dizia essa imagem é legal, é interessante, vou pôr, agora não eu fico analisando, que ele (aluno) poderia estar aprendendo e perguntando sobre isso, porquê? Até mesmo tinha coisas que os outros grupos falaram na apresentação que eu era assim, chegava na hora eu não sabia o que os alunos iam perguntar, eu não pensava antes em quais possibilidades que eles iam perguntar, então eu ficava assim:- Não, agora eu tenho de me sair bem, mas era na hora. Hoje, não. Quando eu vou pegar uma imagem, ou alguma coisa um vídeo, ou uma animação, ou uma coisa assim, eu pego e fico analisando, eles podem me perguntar sobre isso. Aquilo ali, até foi interessante falar das panelas de pressão que a gente já tinha falado antes, o gráfico tudo. Ontem (os alunos) me perguntaram tudo isso na escola. – Professora, mas o que acontece, porque a panela de pressão é assim? Então eu me senti segura, subsidiou bastante para eu responder como era, o porquê, como que o gráfico funciona e tudo mais, eu me senti mais segura para analisar e para escolher as imagens. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, junho 2011)

Ao perceberem, nas suas práticas, qual o impacto destes recursos na aprendizagem dos alunos, os professores têm a possibilidade de alargar os motivos para a sua utilização, e isto irá condicionar, como poderemos observar nos pontos seguintes deste trabalho, os critérios usados na sua escolha e as abordagens utilizadas. Este fato vem ao encontro de algumas evidências encontradas na literatura, que sugerem que, para se verificar alguma alteração nas concepções dos professores, estes devem sentir o impacto positivo destas mudanças nas suas práticas. Como o curso se prolongou durante quase três meses, os professores tiveram oportunidade de vivenciarem momentos em que alguns aspectos discutidos durante a formação fizessem sentido nas suas práticas. Na Tabela 7.3, estão sintetizadas as principais alterações observadas nestes professores em relação à subcategoria “Motivos para o uso das visualizações”.

Tabela 7.3 – Motivos para o uso antes e após o curso de formação

Categoria/ Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Uso das visualizações	Facilitar o entendimento/transmissão dos conceitos	Permitir a elaboração de conceitos
	Tornar as aulas mais interessantes	Valor educacional além do aspecto lúdico
	Tornar o abstrato mais concreto	Forte impacto na aprendizagem
	Pressão da instituição/sociedade para usar recursos multimídia	Enfoque majoritário na construção de conhecimento

Potencialidades das visualizações

A partir das respostas ao questionário prévio foram identificadas quatro principais potencialidades das visualizações: tornar o abstracto ou invisível, real; aumentar a curiosidade e o interesse; permitir aos alunos criarem conexões entre o conteúdo e seu cotidiano; e, por fim, melhorar as aprendizagens em geral. Algumas destas potencialidades estão relacionadas com os motivos apresentados para o uso. Por exemplo, PB12 mencionou, no questionário prévio: “ [...] entramos no mundo dos alunos, deixamos nossas aulas mais animadas e mais simples [...] ”. Em consonância com este professor, PB1 escreveu: “ [...], pois o visual desperta a curiosidade”. Também, PB7 reconheceu que estes recursos ajudam o aluno “a sair do imaginário para o concreto”, ou para PB2: “O imaginário torna-se visível.” Para PB8, o uso destes recursos relaciona-se com: “ [...] as dúvidas costumam ser mais claras, percebo que eles conseguem elaborar melhor algo que não compreenderam.” Da mesma forma, PB9 menciona: “ [...] faz com que eles percebam o que está sendo estudado [...].” Como se pode observar através destas respostas, os professores deste grupo reconhecem principalmente, potencialidades lúdicas e algumas potencialidades educativas provenientes das evidências da sua própria prática, em que constata melhores resultados na aprendizagem, mas sem conseguirem elaborar uma justificativa do porquê. A resposta mais completa e consistente deste grupo foi apresentada por PB13, que mencionou:

[...] nós seres humanos somos facilmente despertados pela imagem, um dos sistemas que mais usamos é o visual [...], a necessidade de trabalhar com o material concreto, para melhorar as aulas, para ilustrar melhor as aulas, para contextualizar a discussão nas aulas, de maneira a criar significados. Dessa

forma, o aluno se interessa, se identifica, reconhece elementos do seu cotidiano. (Questionário prévio, fevereiro 2011)

Nesta intervenção, este professor menciona algumas das potencialidades destes recursos, amplamente reconhecidas na literatura, reconhecendo já o papel destes recursos na construção do conhecimento.

Após o curso, os professores atribuem outras potencialidades a estes recursos. Na sequência didática elaborada por dois dos grupos de professores (Grupo B e D), estes incluíram um recurso visual que permitia a visualização de experimentos laboratoriais, para discutir os fatores que influenciam a velocidades das reações químicas. O Grupo D usou um *software* digital que permitia uma demonstração virtual de vários experimentos relacionados com os fatores que influenciam a velocidade de uma reação química (temperatura, concentração, superfície de contacto, etc.). O outro grupo optou por um vídeo, onde foram filmados também vários experimentos sobre estes mesmos fatores. Ambos os grupos mencionam, durante os registros de vídeo da comunicação oral e das entrevistas, que estes recursos podem ser muito úteis para substituir trabalho laboratorial, especialmente quando não existe laboratório nas escolas, não há tempo ou condições para preparar e executar os trabalhos práticos, quando há perigo ou os custos são elevados. Todavia, ambos os grupos mencionam que esta não é a situação ideal, realçando que o importante é conseguirem realizar alguns trabalhos práticos, porque há competências e vivências que este tipo de recursos não permite desenvolver (saber trabalhar em grupo, lidar com imprevistos da prática, erros de leitura, etc.).

Nas sequências didáticas, nos registros audiovisuais da sua apresentação e nos registros audiovisuais das entrevistas, encontramos diversas referências a visualização e aprendizagem. Mencionaram que introduzem estes recursos como meios mediacionais, por exemplo (TLS, Grupo A): “[...] a animação será para obter uma representação simbólica da agregação e do movimento das partículas [...]”, ou “a atividade de modelagem será para os alunos terem a oportunidade de construir, testar e socializar os modelos mentais”. Durante a apresentação das sequências didáticas, o Grupo A reforçou a noção de “ligar este assunto a questões pedagógicas”, “fazer com que o uso destes recursos tenha um significado dentro do contexto onde colocamos os alunos”. Desta forma, encontramos uma ampliação do papel destes recursos que vai para além do ilustrativo ou lúdico, reconhecendo que eles têm outro papel subjacente que, por vezes, parece não estar muito presente na mente dos professores,

relacionado com a elaboração de significados. Neste grupo e no Grupo C, os professores manifestaram uma maior noção da necessidade de interligar estes recursos com os outros momentos da aula, criando ligações mais claras na tentativa de conceber cada aula como um todo e não como um conjunto distinto de momentos de aprendizagem estanques. Porém, é notória uma modificação em todos os grupos em relação às potencialidades destes recursos.

Vários professores mencionaram, após a formação, de uma forma mais consciente, o papel destes recursos em ligar a dimensão macroscópica à dimensão submicroscópica da Química. Para alguns destes professores, trabalhar na dimensão submicroscópica é difícil “... trabalhar com vibrações, dizer que há movimentos internos, eles (alunos) dizem não! [...]” (PB10), ou “[...] quero trabalhar mais dessa forma, assim é interessante, eles não conseguem imaginar o submicroscópico, aí a gente tem de mostrar dessa forma o que acontece (usando uma simulação (PB1)).”. Esta é uma das grandes potencialidades atribuídas e discutidas por vários autores, como referido no capítulo 2.

Durante as apresentações orais, o Grupo A e o Grupo D relataram que estes recursos permitem a possibilidade de terem uma educação mais inclusiva. Um dos grupos referiu:

Outra coisa que está relacionada ao uso destes recursos é a possibilidade de termos uma educação inclusiva, nós sabemos que esta é a realidade, não podemos fugir disto (uso de TIC), não podemos continuar a usar aulas tradicionais, nós temos uma diversidade muito grande de alunos e com estes recursos, podemos acessar a um número maior de alunos. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, junho 2011)

Desta forma, este grupo admitiu não só que estes recursos permitem uma aula menos tradicional, embora como veremos, noutro ponto deste trabalho, isto dependerá da abordagem utilizada, como reconhecem que possibilitam trabalhar outras competências, utilizando outra linguagem, além da verbal, permitindo a alunos que apresentem dificuldades de expressão escrita ou de interpretação, sejam capazes de elaborar significados nas ciências e de comunicarem as suas ideias.

Outra referência mencionada, após a formação, na exposição oral do Grupo D, diz respeito a outra potencialidade destes recursos relacionada às múltiplas funções destes recursos “eles estimulam a mente, os olhos, os ouvidos [...]”, acrescentando, ainda, que eles permitem “voltar atrás [...] repetir sempre que precisarmos”. Da mesma forma, o Grupo C, que aplicou a sequência em sala de aula, menciona que estes recursos, nomeadamente o vídeo, permitem parar, discutir, repetir e conseguir uma grande interatividade com os alunos. O

professor PB11 deste grupo, que aplicou a sequência em sala de aula, mencionou: “O vídeo tem um minuto e trinta e dois, e ele leva dez a vinte minutos a ser passado prá ser discutido, a aplicação na aula é parada a todo momento.” Estas potencialidades aparecem relacionadas com a sistematização das características de vários tipos de visualizações, efetuada durante o curso, e com o princípio da interatividade para a aprendizagem por multimídia. Na Tabela 7.4, encontra-se uma síntese das potencialidades destes recursos assinaladas pelos professores antes e após a formação.

Tabela 7.4 – Potencialidades dos recursos antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
<p>Uso das visualizações</p> <p>Potencialidades</p>	Tornam o abstrato ou invisível real	Podem ser usadas como substituição de experimentos laboratoriais
	Aumentam o interesse e a curiosidade	Permitem interatividade com os alunos (parar e repetir)
	Permitem uma ligação entre os conceitos e o cotidiano dos alunos	
	Ajudam na aprendizagem de alunos	Ajudam na aprendizagem de alunos com necessidades especiais
		Permitem a mediação/acesso ao conhecimento

CrITÉRIOS de escolha

No(s) critério(s) para a escolha de visualizações, inicialmente a resposta mais comum é o de estarem relacionadas com o conteúdo a estudar. No entanto, alguns professores também mencionaram a idade dos alunos e tempo de duração como fatores que influenciam a escolha destes recursos. Um professor referiu que a escolha é feita de acordo com o contexto dos alunos e com o seu grau de desenvolvimento cognitivo. Outro professor mencionou o grau de complexidade do recurso e, ainda, temos uma referência sobre a escolha ser feita de acordo com os materiais disponíveis. Após o curso, aparecem outras referências mais afetas ao campo da psicologia cognitiva, discutidas na formação. Por exemplo, PB10, na apresentação do Grupo D, mencionou:

Então, é assim tem o material (recurso visual) bem pausado, que uma coisa que dá tempo para você parar, explicar, enfatizar a cada transformação. É ele

é bem construído, não é muito complexo, não tem informação em duplicado, não vai causar sobrecarga, agora eu sei. [...].(Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo D, junho 2011)

Nesta intervenção, o professor faz uma referência clara aos princípios de aprendizagem por multimídia de Mayer, discutidos na formação. Embora não haja uma referência específica a qual dos princípios, está subjacente uma avaliação mais criteriosa e refletida do *software* escolhido, tendo este grupo se preocupado em escolher um recurso que atendesse a estes princípios, algo que vai além do que mencionaram no questionário prévio.

Da mesma forma, durante a apresentação, PB8, do Grupo A mencionou o cuidado na escolha de cada recurso:

Não, foi pensada mesmo. Pensando lá nos princípios multimídia. A gente olhou para cada recurso, prá ver se era adequado, se não era muito complexo e aí... também pensou em engajar os alunos na aula cada vez mais. E achamos bem legal terminar a aula assim, tentar perceber os modelos mentais que eles construíram. Vai ser muito legal levar isto para a sala de aula. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, junho 2011)

Neste trecho, é mencionada a utilização concreta dos critérios relacionados com a teoria de aprendizagem por multimídia e percebe-se que houve uma análise ponderada e sistematizada de cada recurso com o objetivo de envolver o aluno na aula, procurando uma interatividade cada vez maior. Também é evidente a satisfação deste grupo com o produto obtido. Na entrevista, este grupo mencionou novamente através de PB5, o cuidado que teve na seleção destes recursos, acrescentando: “Como essas imagens vão chegar ao recetor, como esse recetor vai interpretar essas imagens, como ele vai fazer essa elaboração mental daquilo que ele está vendo, agora tem essa preocupação.” Também PB3, do Grupo C, referiu na entrevista à possibilidade de haver sobrecarga cognitiva, o que pode contribuir para a ineficácia do recurso: “(O curso) me ajudou muito na parte de tomar cuidado com as coisas que a gente mostra, de não colocar muitas informações na mesma situação, de dar mais importância *pro* visual.”

As alterações nos critérios e as novas preocupações aparecem igualmente na intervenção de PB4 durante a entrevista do Grupo B:

Agora tem um outro foco, toda a imagem me chama atenção, tudo aquilo que eu falei, é um gráfico, a lousa até eu já cuidava, mas agora até eu já me preocupo mais - Essa lousa tá legal? Levo as canetas de todas as cores, então tem uma preocupação diferente, não é só o bonito, o atrativo. Até porque eu digo prá eles: - É uma aula de química agora vou passar um vídeo, mas não fica esperando lá a Bruna Surfistinha... que não vai aparecer, é aula de

química. São aquelas duas moléculas, a sua representação é aquilo, até essa preocupação maior, (o recurso) me chama mais atenção. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, junho 2011)

Embora, sem especificar exatamente quais os critérios, parece-nos evidente destas palavras que existe uma maior atenção na escolha do recurso. Ao reconhecer um outro “foco”, a análise do recurso torna-se mais cuidadosa. Esta relação entre a alteração do foco e os critérios está bem patente neste trecho da entrevista ao Grupo D, em que mais uma vez aparecem referências da área da psicologia cognitiva:

Pesquisadora: E ligado com aquilo que você está a dizer, os critérios são outros, é isso?

PB10: Exato. Tem de ter qualidade conceitual e não ter sobrecarga de informação.

PB6: Passou a ser mais sistematizado, o conjunto de coisas que eu olho, eu olho mais coisas, é assim, não é o que mais salta à vista as cores as formas, mas, também, a relação com a teoria. É sistemático, é regrado, já não é aleatório...

Pesquisadora/formadora: O que querem dizer é que os critérios mudaram, já não ficam só atentos com a qualidade da imagem, por exemplo com as cores, há outros critérios?

PB9: É bastante... o foco mudou, os critérios também. Uma coisa está ligada na outra, queremos uma coisa que tenha importância na aprendizagem, não só interessante...

PB10: É, não só os critérios mudam, mas a sua autocrítica aumenta, aumenta bastante. Você acaba se tornando mais crítico. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, junho 2011)

De uma forma geral, estes professores referem que esta formação trouxe este questionamento e que escolhem com mais cuidado este tipo de recursos, e em especial, recursos multimídia. Analisam desta forma, a “qualidade conceitual” e a “relação com a teoria” para que tenham “importância na aprendizagem”, ou seja, manifestam já alguma autonomia na avaliação destes recursos. Após a formação, reconhecem que podem passar “conceitos errados”, reconhecendo já nas suas práticas o impacto da linguagem visual, como podemos observar, através de PB12, durante a entrevista:

PB 12: Essa semana eu fui mostrar para eles aqueles modelinhos de bolinhas que a gente tem, cadeias de carbonos, e eu lembrei bem na hora, as pretinhas são os carbonos e as brancas são os hidrogênios, mas logo falei:- Gente não é verdadeiro. Eu lembrei... Eu acho que hoje quando a gente vai selecionar, vai usar alguma coisa a gente tem mais cuidado. O ano passado eu usei isso (as bolinhas), eu nem me liguei, pretinha, branquinha, nem sei se na cabeça dele (aluno) ficou que o átomo de carbono é pretinho e o de hidrogênio é branquinho. Minha nossa, tanto conceito errado, é que... eu não pensava mesmo. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, junho 2011)

Esta vinculação entre as características da representação e a realidade do fenómeno, que muitas vezes os alunos fazem, é algo que os professores facilmente não percebem quando apresentam uma noção limitada das potencialidades destes recursos, agravando-se, ainda mais quando as questões ontológicas destas representações não foram discutidas durante a sua formação, como já referido anteriormente. Na Tabela 7.5, estão sintetizadas as principais alterações observadas nestes professores em relação à subcategoria “Critérios usados na escolha”.

Tabela 7.5 – Critérios usados na escolha antes e após o curso de formação

Categoria/ Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
<p>Uso das visualizações</p> <p>Critérios usados na escolha</p>	Algo que estivesse relacionado com o conteúdo a ensinar (maioria das respostas)	Complexidade do recurso
	Duração (no caso de recursos multimídia)	Qualidade conceitual
	Idade dos alunos	Mensagem/significado da visualização
		Impacto na aprendizagem
	Conhecimentos prévios dos alunos (um professor)	
	Disponibilidade do recurso	
	Avaliação intuitiva	

Noção de modelo

Em relação à noção de modelo apresentamos, na Tabela 7.6, as respostas obtidas na segunda parte do questionário prévio, para as sete questões relacionadas com a noção de modelo. Para cada aspecto da noção de modelo (natureza, papel na ciência, entidades, existência única, estabilidade, validade e predição), os professores tinham à sua disposição várias opções de resposta inspiradas no trabalho de Justi e Gilbert (2003). Na Tabela 7.6, apresentamos as categorias e as respectivas opções dos professores analisadas no questionário prévio.

Tabela 7.6 – Opções dos professores por categorias da noção de modelo

Aspectos	Opções de resposta	Opções dos professores por categoria
Natureza		
Um modelo é:	a) Reprodução de algo.	P3;P7;P11
	b) Representação parcial de algo.	P1;P2;P3;P4;P6;P8;P9;P10;P12;P13
	c) Representação total de algo.	P14
	d) Imagem mental.	P2;P5;P6;P13
Papel na ciência		
Um modelo serve como:	a) Padrão ou referência a ser seguido.	P3;P6
	b) Visualização, permitindo a uma pessoa “ver” um fenômeno.	P6;P7
	c) Forma de suportar a criatividade, imaginar novos contextos e a criação de novas ideias.	P2;P4;P5;P8
	d) Forma de compreender ou explicar algo.	P1;P2;P4;P6;P7;P8;P9;P10;P11;P12;P13;P14
Entidades		
As entidades que constituem um modelo são:	a) Objetos	P3;P6;P7;P11;P12;P13;P14
	b) Eventos	P7;P13
	c) Processos	P2;P4;P6;P7;P13
	d) Ideias	P1;P2;P4;P5;P6;P8;P9;P10;P11;P13
Tipo de existência		
Um dado modelo é:	a) O único “correto” para um fenômeno em particular	P14
	b) Um modelo de entre os possíveis para um fenômeno em particular	P1;P3;P6;P11;P13
	c) Um modelo de entre os possíveis dentro de uma sequência histórica	P2;P4;P5;P7;P8;P9;P10;P12;P13
Estabilidade		
Um modelo ao longo do tempo:	a) Não pode ser alterado	
	b) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua natureza	P5;P6;P13
	c) Pode ser alterado quando surgirem problemas com o seu uso	P3;P7;P13
	d) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua função explicativa	P1;P2;P4;P6;P7;P8;P9;P10;P11;P12;P13;P14
Validade		
A validade de um modelo científico é dada por:	a) A pessoa que o construiu	P13
	b) Um grupo na sociedade	P7;P8;P13
	c) Uma comunidade de cientistas	P1;P2;P3;P4;P5;P6;P7;P9;P10;P11;P12;P13;P14
Predição		
Em termos preditivos:	a) Os modelos não podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P7
	b) Os modelos podem ou não ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P1;P3;P4;P5;P6;P8;P9;P12;P13;P14
	c) Os modelos podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P2;P10

Da análise geral da tabela 7.6, podemos afirmar que os conhecimentos prévios acerca da noção de modelo se revelaram complexos e incompletos. No entanto, tentamos encontrar

alguns padrões. No aspecto *Natureza*, observamos que a maioria dos professores participantes considera que um modelo é uma representação parcial de algo. No entanto, nem todas as respostas são coerentes, por exemplo PB3 considera que é uma reprodução e uma representação (opções a e c), e só 4 professores associam a modelo mental. Em relação ao *Papel* específico de modelos, e como já referido anteriormente, estes professores dão uma grande relevância à sua função explicativa, o que constituía um dos grandes motivos de uso de visualizações, quase não considerando a função preditiva dos modelos (opção c)). No aspecto *Entidades*, constatamos que a maioria das respostas incidu na opção na opção d) ideias. Em relação ao *Tipo de Existência*, obtivemos um resultado não esperado, segundo pesquisas que relatam a ausência da história da ciência no ensino da Ciência. Os professores desta amostra optam majoritariamente pela opção que relaciona os modelos a uma construção histórica da ciência. No aspecto *Estabilidade*, estes professores em concordância com as respostas anteriores, consideraram que o modelo deve ser alterado quando existirem problemas na função que eles mais relevam para os modelos, que é a função explicativa. As poucas escolhas nas opções b e c, também revelam uma certa fragilidade neste aspecto da noção de modelo. Em relação à *Validade*, a grande maioria dos professores considerou que esta deve ser dada por uma comunidade de cientistas, no entanto, ainda se verificam algumas opções pouco consistentes por parte dos professores PB7 e PB13. No aspecto *Predição*, encontramos bastante insegurança por parte dos professores, a opção majoritária pela categoria b, revela que estes não estão, a nosso ver, muito conscientes da função preditiva que os modelos podem ter na ciência, o que está em concordância com respostas anteriores.

Após o curso, durante a entrevista final, os professores voltaram a ser questionados diretamente sobre a noção de modelo. Aqui colocamos uma questão aberta e pedimos para que eles falassem sobre este tópico. Nestas respostas encontramos professores que nitidamente apresentaram uma melhor compreensão da natureza, do papel de modelo científico, por exemplo, PB11:

Quanto a modelo, eu sempre trabalho com a ideia que modelo é algo mutável, é uma forma de tentar explicar aquilo que ocorre, aquilo que a gente percebe como um fato, a colocação de modelos para eles é algo explicativo. Quando eu faço uma molécula ou quando eu apresento principalmente uma simulação, eu estou tentando colocar de modo que ele enxergue, que ele consiga fazer na sua mente uma visualização do processo através daquela imagem, daquela representação. Então o modelo, eu coloco sempre assim, a ideia de algo mutável e que é uma tentativa de uma explicação teórica. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, junho 2011)

Nesta intervenção, podemos observar uma preocupação com a evolução histórica dos modelos, uma vez que estes são tentativas de representar algo baseadas em uma teoria aceite atualmente, uma tentativa de explicar um comportamento e que pode ser alterada. Desta forma, PB11 consegue apresentar uma noção segura quanto à natureza do modelo, considerando-o uma “representação”, reporta-se igualmente ao seu papel, considerando-o apenas explicativo, e aborda, ainda, a questão da estabilidade, atribuindo-lhe um caráter “mutável”. Sendo assim, distancia-se claramente da opção indicada no questionário prévio (Tabela 7.6), em que considerava um modelo uma reprodução de algo. Em relação à questão da estabilidade, também PB12 mencionou que sua visão se alterou: “É a questão de modelo agora, eu vejo sempre como ligado a uma teoria que a gente tem hoje como certo.” Da mesma forma, PB10 manifesta uma evolução neste tópico, nomeadamente quanto à sua natureza:

É uma coisa que causa ainda pra mim muito conflito, que me leva a repensar muita coisa. Ficou mais claro que o modelo não é a coisa, pode ter semelhanças, mas não é o objeto. E tem modelos pra tudo, mesmo pra coisa que a gente nunca viu. O uso dos modelos sim, mas eu tento tomar uma certa dose de cuidado muito grande assim, né pra não fazer um determinado desastre...porque é sempre mais fácil você ensinar do que corrigir depois um conceito errado. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, junho 2011)

Neste trecho, PB10 admite que teve oportunidade de esclarecer alguns aspectos da noção de modelo que, ainda hoje, como professor, lhe causam “conflito”. A frequente confusão entre reprodução da realidade e representação, provém das lacunas e exposição a conceitos errados durante toda a sua formação que acaba por, posteriormente, disseminar para os alunos, enquanto professor. Neste caso, também, é possível verificar que o professor percebe que um modelo pode representar vários tipos de entidades, “E tem modelos pra tudo, mesmo pra coisa que a gente nunca viu.”, o que constitui uma clara evolução, neste aspecto, em relação ao mencionado no questionário prévio. Também PB13 apresenta uma noção muito segura sobre modelo, já evidenciada no questionário prévio, onde mais uma vez, a natureza (como representação), o papel (explicativo), as entidades (fenômeno, evento, esquema) e a sua existência (limitado) e, neste caso, a validade (“depende do olhar das pessoas que fizeram”) aparecem bem definidas:

Modelo como uma forma de representação de uma teoria, então você, a partir dessa representação, você já pode explicar esse fenômeno, algum evento. Ele (modelo) é sempre limitado e parcial, e que vai depender do

olhar daquelas pessoas que fizeram esse esquema para representar. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, junho 2011)

Mas apesar destas referências, ainda encontramos vários professores que apresentam dificuldades em verbalizar a noção de modelo ou, ainda, tendem a ver o modelo científico como representações/reproduções da realidade. Por exemplo, PB1 relatou, durante a comunicação oral do seu grupo:

PB1: Bom, nunca usei esse tipo de recurso né, achei muito interessante, inclusive o que me chamou a atenção prá fazer o curso é exatamente isso, é de sair um pouquinho da teoria e da rotina, exatamente e principalmente aquilo que eu achei mais interessante mostrar. Vocês podem perceber que existem partes que a gente pode fazer na prática, né. Teve parte que até é mais interessante na prática né, pegar o comprimido antiácido, temperatura ambiente, água quente, triturado/inteiro, isso dá prá fazer na prática. Isso para eles é interessante né, a gente usou a sequência, mas a gente entende que pode substituir essa primeira parte na prática, o que particularmente seria até mais interessante né; porém, quando chega naquela parte de colisões efetivas, eu acho importante usar esse recurso aqui. De tudo que a gente mostrou, eu achei que a parte da colisão não efetiva, o que é uma colisão efetiva, quando mostrou a temperatura, embora a gente explique a temperatura maior né, aumenta o grau de agitação das moléculas, então a probabilidade dos choques serem maiores e efetivos, mas aí eles viram aqui, né, então eles ficam imaginando é, vai ter mais agitação, aí eles vão se chocar e vai aumentar a velocidade da reação, mas aí é bacano mostrar, é bacano mostrar o caminho de uma reação sem catalisador e com catalisador assim, né. Então, eu percebo porque é fundamental a gente usar, né. Então eu reconheço que, nessa sequência, boa parte poderia ser substituída pela prática né, mas tem parte aqui que é fundamental usar recurso, aqui mesmo não teria como abrir mão, né. Então, me senti bem aqui, né, é a primeira vez apresentando com um grupo de colegas assim, mas, tendo possibilidade, quero trabalhar mais dessa forma, assim que é interessante, que eles não conseguem imaginar o submicroscópico, aí a gente tenta mostrar dessa forma o que acontece (usando uma simulação). (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, junho 2011)

Apesar de durante a formação, ter sido dada uma ênfase a esta discussão sobre a noção de modelo, continuamos a encontrar alguns professores que manifestam uma concepção equivocada quanto à natureza e ao papel dos modelos na Ciência. Como referido anteriormente, esta questão reveste-se de uma importância primordial, uma vez que muitas visualizações utilizadas em sala de aula são de modelos científicos (LINN, 2003). Desta forma a probabilidade de levarem os alunos a construir concepções errôneas é muito elevada. Ao longo de toda a intervenção deste professor, é notório que o uso da simulação serve para “mostrar”, para os alunos verem o que acontece. Esta visão de que os modelos são cópias da

realidade e que servem para transmitir informação, reflete concepções epistemológicas de caráter empirista-indutivista e abordagens de ensino por transmissão de conhecimentos, fortemente instaladas nas práticas destes professores. Uma mudança nestas concepções requer uma formação mais profunda e prolongada no tempo. Da mesma forma, durante a entrevista, PB1 mencionou diretamente:

Então modelo, prá mim agora é uma ferramenta para tentar passar algum tipo de conceito, algum tipo de informação que você não tem exatamente aquilo prá mostrar, então, você vai tentar criar algo parecido para tentar passar as suas ideias, então modelo vai ser a ferramenta que você vai usar para tentar passar essas ideias. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, junho 2011)

No trecho anterior, mais uma vez, podemos constatar um conjunto de concepções que refletem alguns dos problemas resultantes de uma formação inicial e continuada inadequadas, que não propiciaram momentos para que estes professores pudessem evoluir nas suas concepções e nas suas práticas. Além destas concepções errôneas, outros professores responderam de uma forma muito sintética à questão colocada, mencionando algo, apenas relacionado com a sua natureza como, por exemplo, PB4: “É, representação, representação de alguma coisa. O que me vem é representação”. PB14 referiu, também: “Modelo é algo que pode ser visual ou tático (tacto), você pode sentir ou não que serve para você exemplificar outra substância ou modelo”. Neste caso, há uma referência ao papel dos modelos, mas como podemos observar o professor limita-se a referir um papel de “exemplificar”, muito aquém dos discutidos na formação e amplamente reconhecidos na literatura educacional como formas de apoiar a criatividade, imaginar novos contextos e a criação de novas ideias, a previsão comportamentos etc.

Em relação a esta noção de modelo, salientamos que encontramos ao longo das transcrições, um maior número de referências a modelo mental, por exemplo, PB6: “[...] o importante da visualização é a construção mental daquilo que a pessoa está vendo, do que fica, do que resta para ela depois.” Porém, temos de admitir que, para alguns professores não encontramos grandes alterações na noção de modelo após o curso e, as que foram detectadas, relacionam-se mais especificamente com a natureza e o papel na ciência. Na Tabela 7.7, apresentamos as principais diferenças detectadas na noção de modelo antes e após o curso de formação.

Tabela 7.7 – Noção de modelo antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Noção de modelo	Representação parcial de algo e nalguns casos reprodução de algo	Representação parcial e limitada de algo baseada em uma teoria
	Uma de forma explicar ou compreender algo	Reconhecem a importância dos modelos na elaboração conceitual
	Contém sobretudo ideias, mas também objetos	Reconhecem a existência de modelos mentais de acordo com as teorias da psicologia cognitiva
	Um dado modelo é um entre os possíveis dentro de uma sequência histórica;	Ainda dão pouca importância à função preditiva dos modelos
	Um modelo pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua função explicativa	
	Um modelo pode ou não ser usado para prever comportamentos ou propriedades	

7.1.2 Abordagens pedagógicas utilizadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula

Neste ponto do trabalho apresentaremos a natureza das abordagens utilizadas pelos professores brasileiros, assim como as respectivas estratégias escolhidas para integrarem as visualizações na sala de aula. No caso do Brasil, analisaremos as sequências didáticas (TLS), as apresentações em Power Point e os registros das comunicações orais de quatro grupos, designados por Grupo A, B, C, e D, sendo que, destes grupos, só o grupo C teve oportunidade de aplicar a sequência em sala de aula. Sendo assim, apresentaremos sucessivamente o(s) grupo(s) que apresentaram uma abordagem de caráter mais tradicional, uma abordagem construtivista e, por fim, o(s) que apresentou(aram) uma abordagem mista. Para descrever os resultados, ao longo deste capítulo são apresentados vários extratos dos documentos escritos e das transcrições efetuadas.

Abordagem tradicional

Nesta subcategoria, encontramos a sequência didática elaborado pelo Grupo D. Este foi o grupo que apresentou mais dificuldades em montar uma sequência didática, limitando-se apenas a apresentar a sua proposta através de um Power Point durante a comunicação oral ao grupo em formação. O tema escolhido pelo grupo foi ponto de fusão, ponto de ebulição e mudança de estados físicos. A proposta apresentada era composta pelos objetivos, conteúdos e uma breve síntese dos momentos pedagógicos em que se dividia cada aula, assim como dos recursos utilizados. Em relação aos objetivos, este grupo mencionou que estes são:

Apresentar aos educandos as transformações físicas, temperaturas de ebulição e fusão de materiais do cotidiano de maneira microscópica utilizando recursos multimídia (imagens, animações, vídeos etc.). Power Point da comunicação oral, Grupo D, junho, 2011

A partir deste parágrafo, podemos vislumbrar uma abordagem de ensino por transmissão de conhecimentos, pois os conteúdos vão ser apresentados aos “educandos” com o auxílio dos recursos multimídia, embora apresentem um referencial teórico (Zabala e Antoni) que propõe uma série de etapas para uma sequência didática de base construtivista como, por exemplo, levantamento de conhecimentos prévio, negociação de significados, etc. Durante a apresentação da proposta didática mencionaram mais detalhes acerca da escolha do tema e da utilização de recursos multimídia, como se pode constatar na intervenção de PB10:

PB10: Vamos lá, vamos lá, dá aí um apoio moral pelo menos. Primeiramente eu gostaria de pedir desculpa, pelo menos em meu nome, é que o tempo comum foi mal organizado. Acho que tempo tinha prá fazer apesar das 50 aulas semanais aí eles [inaudível] diferente, eu acho que tempo tinha, acho que foi falta de competência mesmo, eu assumo isso e o que eu peço prá todos é que arrebrem mesmo de pergunta e tal, sem medo de ser feliz e tal...[risos]. Pode sentar, ler... vou até achar legal, não ficar com vergonha. Bom, eu tomei como foco; eu, a PB9 e o PB6, a gente começou conversando aí a respeito do que seria interessante, né, trabalhar com multimídia é porque, nós, os três, trabalhamos em escola pública e escola privada, a PB9 em escola pública e o que a gente vê? Que é muito difícil você competir com os alunos em termos de tecnologia, é muito difícil. Porque o PB 6 apresenta aula em uma escola de classe média, escola pública de classe média, eu e a PB9 em periféricas, né. Eu trabalho em uma escola particular de classe C vamos dizer assim, e uma de classe B alto padrão, e você nota muita diferença nessa de classe B, eles estão com ipad, itouch, ipa..., não sei o quê, um monte de tecnologias que eu ainda não sei, então eu fico pensando, até que ponto esses recursos multimídia, pra eles, vai prender a atenção deles, eu tenho que tomar esse cuidado porque às vezes a aula só em PowerPoint, ou só uma aula de vídeo etc. Prá mim vou achar muito bonito mas prá ele, o tempo deles é hoje; então o tempo deles sendo hoje eles já conhecem isso de

trás para a frente. Então, tem que achar algum subsídio que transforme isso, atrativo para eles e que eu consiga prender a atenção deles. Então esse é sempre o meu maior desafio, é esse sempre foi o meu maior desafio, sem perder o foco, lembrando que a Química é uma ciência experimental, não tem como tratar os assuntos químicos ou biológicos ou físicos sem a parte experimental (...) É, então quando a gente foi pesquisar algum tema, a gente quis tratar um tema que se trata no ensino fundamental em ciências e no ensino médio em química, né, porque somos professores de química e de ciências, então é... pra não ficar só pela coisa vou falar só de Química e como seria a possibilidade do PB6 trabalhar, na aula de ciências. Então dentro do próprio PCN de Química, ele já dá um leque muito grande pra você ter essa ação interdisciplinar, que com o [inaudível] geral é igual ao nacional, então a gente põe em tópicos que é como vem o PCN⁺. Tem temas principais e o nosso tema é o segundo. Tem primeiro vários modelos de constituição da matéria né, que vai também fazer um link muito grande com os aspectos dinâmicos das transformações Químicas que é o tema 4 que está proposto no PCN⁺, mas vamos seguir aqui, vou apertar o botão, fica à vontade aí. (Registro audiovisual comunicação oral, Grupo D, junho, 2011)

Neste trecho, o professor começou por admitir que não se organizaram para elaborar a sequência didática. Manifestam preocupação na utilização dos recursos multimídia, uma vez que alguns dos seus alunos já estão habituados a utilizar este tipo de tecnologias e, por conseguinte, o efeito lúdico pode já não ter qualquer impacto nestes alunos. Desta forma, o uso destes recursos deve ter subjacente outro papel, “tem que achar outro subsídio” que traga valor acrescentado para a aula, caso contrário, vai acabar por provocar o efeito contrário nos alunos, ou seja, vai desmotivá-los. No final da intervenção, o professor apresentou uma justificativa para a escolha do tema, indicando ser um tema do currículo nacional, que todos os professores do grupo costumavam lecionar nas aulas de ciências do ensino fundamental. A ênfase é nos conteúdos, não há qualquer referência ao desenvolvimento de competências nos alunos. Contudo, nota-se na intervenção de outro professor do grupo que há uma tomada de consciência para a existência de outros referenciais da psicologia cognitiva que se distanciam fortemente do ensino por transmissão de conhecimentos, que aparece no discurso destes, como se pode ver neste trecho da apresentação da sequência didática:

PB 9: É uma das coisas achei interessante pra estar colocando cá no trabalho, lembro depois que iniciou o curso eu comecei a ler algumas coisas que já tinha lido... algumas coisas sobre aprendizagem com materiais de outros cursos que a gente tem, né. Ele falou um pouco da sequência didática, o que deve promover, conteúdos cognitivos, aprendizagem significativa, atitude favorável e aquisição de metacognição pelo aluno. Esses são assim, que pra gente, no caso pra mim né, antes de pensar em documentos pra estudar mesmo pró curso e tudo mais, eu tenho uma noção; assim, eu tenho que chegar, falar tudo; o meu aluno, como era na minha época não muito distante, mas os meus professores faziam isso... então, os meus alunos têm que aceitar o que eu falo. É isso aí... eu dou os meus exemplos só que aí eu

fui estudando, fui vendo que não era assim e, agora, eu percebo, mais ainda depois do curso, também a gente está estudando é, em trazer figuras para que os alunos possam perceber que no dia a dia deles... e fazer sempre a aula dessa maneira, eles coloquem o que eles achem. Além disso, a sequência didática tem varias etapas, levantamento de conhecimentos prévios que antes não existia. Antes de começar um tema eu tenho lá como a gente já falou, né, os outros grupos também já falaram, as questões básicas de onde vêm, porque o que é que eles já sabem sobre isso, que às vezes é como quando a gente estava estudando, a gente acha que o aluno é um balde a gente enche, chega lá na prova tira todo esse conteúdo do aluno. Se o aluno não sabe nada, ele (professor) fala: - Puxa ele não estudou? A gente não falou nada? Não é assim, o aluno já tem algumas bagagens, ele já sabe alguma coisa e a gente tem que a partir daí, transformar o conhecimento dele, mudar ou aumentar alguma coisa que ele precise de saber. (Registro audiovisual comunicação oral, Grupo D, junho, 2011)

Nesta intervenção, é possível observar algum conflito, (“só que aí eu fui estudando, fui vendo que não era assim e agora eu percebo, mais ainda depois do curso também que a gente está estudando”), entre o tipo de ensino a que relatam terem sido expostos durante toda a sua formação e que adotaram em suas práticas e os novos modelos de ensino e teorias de aprendizagem, que preconizam estratégias diferenciadas no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, a construção desta sequência e todo o discurso, ainda é fortemente permeado por uma concepção mais tradicional da aprendizagem.

Continuando a analisar a sequência, verificamos que esta é constituída por quatro aulas, em que a primeira se destina a apresentar os conteúdos; a segunda aula a uma problematização ou experimento; a terceira aula, ao uso de um recurso interativo e, na última aula, a uma discussão de resultados/avaliação. No Power Point, e durante a apresentação, não são dados grandes detalhes sobre a forma como irão ser apresentados os conteúdos, ou seja, modo de interação com os alunos durante a primeira aula, ficando subentendido o uso do manual e exposição oral do professor. Na segunda aula, será utilizado um experimento a que o grupo se refere de uma forma muito dispersa ao longo da sua intervenção, não ficando claro a ligação com a primeira aula, nem sequer, qual será exatamente o experimento utilizado, como se pode inferir por alguns extratos da intervenção de PB10:

PB10: [...] Aí eu e PB9, nós dois como professores de Química, a gente sempre tenta elencar algum experimento de acordo com o conteúdo, sempre na medida do possível, claro que quando vai falar por exemplo é, vou citar um tema difícil aqui propriedades coligativas, radioatividade... não vou levar um reator nuclear na escola... não dá e aí eu aplico esse recurso multimídia, mas também se puder aliar o recurso com o experimento fantástico! [...] Aí tem o experimento do caderno vestibular de Química que é: você põe o

termômetro na água e fica aguardando. Esse experimento é muito perigoso, tome cuidado quando fizer é porque pode queimar as crianças, os bebezinhos lá não pode ficar queimado, tem de ficar atento. Então esse experimento é demonstrativo nada mais. Não deixo eles colocar a mão na massa que eu tenho muito medo, entre eles se machucar, prefiro eu, é ainda... [Risos]. (Registro audiovisual comunicação oral, Grupo D, junho, 2011)

Esta intervenção deixa-nos perceber que irão usar um experimento retirado de um manual, que será utilizado para efeito “demonstrativo nada mais”; o professor mostra e o aluno observa, ou seja, o aluno até ao momento não teve qualquer papel ativo na sua aprendizagem. O professor expõe e demonstra, ele é o detentor do conhecimento o que claramente condiz com uma abordagem tradicional do ensino. A terceira aula desta sequência será usada para o professor apresentar um software multimídia disponibilizado por uma editora que apresenta representações múltiplas, ou seja, simultaneamente apresenta-se o plano macroscópico, o submicroscópico e o simbólico. Ao longo da apresentação deste grupo foi notório que eles ficaram “fascinados” pelo software, tendo passado uma boa parte da sua apresentação a falar sobre os recursos multimídia, as suas potencialidades e, em especial, sobre este software que consideraram muito bom, como se pode ver ao longo destas intervenções:

PB10: [...] Vai ser muito útil essa parte do multimídia. Eu acredito né. Desmistificar esse monte de coisa porque ele vai envolver muita sensibilidade e essa sensibilidade vai trazer para o aluno uma visualização da nossa ciência Química, Biologia, Física e Ciências Naturais, um olhar diferente. Eu acredito nisso. (...) O software que a gente vai passar é mais ou menos esse aqui, ele é muito bonito. Aí a opção com som, sem som... tem um som legal, tem uma voz de locutor de rádio muito bonito vou colocar para vocês ouvir. [vídeo na tela]

Então, é assim, tem o material bem pausado, que é uma coisa que dá tempo de você parar, explicar, enfatizar a cada transformação. É, ele é bem construído, não é muito complexo, não tem informação em duplicado, não vai causar sobrecarga, agora eu sei. Até porque essa é uma dúvida que eu perguntei logo no início do curso com a professora, foi: - Quando que eu vou saber se isso é bom ou ruim? Aí ela falou: Olha o curso é prá isso, né. Nós vamos identificar aí. Foi bom esse tapa que ela me deu à Robinho porque aí...

Várias vozes: Pergunta à formadora se ela sabe quem é o Robinho [risos]?

Pesquisadora: Jogador de futebol!

Várias vozes: Isso... tá ficando brasileira!

PB 10: E daí nos leva, me levou a pensar muito a ser muito criterioso na hora de aplicar porque justamente quando ela começou o curso eu estava em fase de acabamento com o material, né. [...] Esse é legal, dá prá você interagir, aqui você tira o mouse sobre as moléculas, você põe o mouse e aí vai acontecer... vê, e aí você ou, alunos, pode controlar isso aí, você pode fazer os alunos marcar o ritmo. Tem uma linguagem simples, eu acho que

respeita lá todos os princípios do multimídia [continua a apresentar o recurso]. E dá prá colocar uma tabela e dá pra você judiar bastante... e aí fica legal e gera “énes” de discussões. Se você deixar o mouse em cima aparece as moléculas lá, transformação, você tira, só fica o vapor e aí fica aquela questão: - Como é que eu vou provar que tem gás? Tá fechado, tá bonitinho. Aí, ver novamente, e aí tem justamente o contrário a curva do resfriamento, só que aí a fonte de energia é o gelo não é mais o Bunsen. Às vezes eu penso que eu estou voando [Risos]. De repente, alguém não se tocou da troca. É bacano a temperatura vai cair, ouvir falar essas coisa prá quem já sabe é muito engraçado... [risos] Tem dúvida!? [risos]. (Registro audiovisual comunicação oral, Grupo D, junho, 2011)

Nesta intervenção, o grupo referiu-se ao uso do recurso para permitir ao aluno um “olhar diferente” sobre as ciências ao permitir a visualização de diversas entidades e processos abstratos que normalmente são apresentados através de uma exposição verbal (oral ou escrita), sem que os alunos tenham acesso a estas formas de representação que facilitam a compreensão destes conceitos teóricos de natureza abstrata. O grupo propõe a utilização deste software para auxiliar o professor na explicação dos conteúdos “Então, é assim tem o material bem pausado, que é uma coisa que dá tempo de você parar, explicar, enfatizar a cada transformação.”, todavia, também referem que ele pode ser usado de uma forma interativa, ou seja, mediando a interpretação dos alunos, ao colocarem questões, “E dá prá colocar uma tabela e dá pra você judiar bastante... e aí fica legal e gera “énes” de discussões.” Porém, não ficou claro na sequência que elaboraram qual vai ser a estratégia usada. De referir, ainda, que deixam claro terem tido uma grande preocupação em analisar a qualidade do software segundo os princípios da aprendizagem por multimídia. Por outro lado, não há referência a qualquer elemento de ligação entre a atividade experimental da segunda aula e as observações efetuadas através deste software. Sendo assim, esta sequência termina com uma aula dedicada a uma atividade de avaliação formal que, por omissão, deduzimos que seja uma prova escrita. Acrescentamos, ainda, que à semelhança do Grupo A, este grupo considera que estes recursos multimídia podem ser muito úteis para alunos com dificuldades especiais (hiperativos, surdos, mudos, etc.) pois utiliza linguagens diversas e modos sensoriais diferentes (auditivo e visual). Face ao exposto, concluímos que este grupo utiliza uma abordagem tradicional de ensino, centrando todo o processo no professor, quer na escolha das atividades e recursos, quer na apresentação dos conteúdos. O uso dos recursos visuais serve para reforçar esta prática, havendo apenas uma inovação ao nível das ferramentas, mas a estratégia mantém-se, ou seja, o aluno armazena os conteúdos apresentados pelo professor ou pelo *software*.

Abordagem construtivista

Nesta subcategoria, encontramos as sequências didáticas de dois grupos, o Grupo A e o Grupo C. Em relação ao Grupo A, o tema gerador escolhido para a elaborar a sequência didática foi “As mudanças de estados físicos e a temperatura”. Justificaram a escolha deste tema devido às dificuldades manifestadas pelos alunos, como podemos observar neste excerto da sequência:

As mudanças de estados físicos da matéria ou mudanças de estado de agregação da matéria quando discutidas em nível molecular representam, para grande número de estudantes, uma verdadeira incógnita. Isto ocorre, pois ao ser explorada como propriedade inerente, a princípio, está vinculada a situações concretas, onde o observador pode constatar os três estados de agregação, sem noção da situação molecular. Mas passam a apresentar enormes inconsistências de aprendizagem quando a questão é ampliada para mudanças de estados e a relação com a temperatura, pois a inconsistência da visão molecular acaba por acarretar uma fragmentação na percepção da relação deste com outros conteúdos vindouros, tornando confusa a interpretação e a relação deste com outros conceitos [...]. (Sequência didática, Grupo A, maio 2011).

Como se pode constatar há, na escolha do tema, uma consciência da necessidade de utilizar recursos visuais para introduzir o aluno na dimensão molecular da Química. Escolheram um referencial pedagógico freiriano, que se sentem confortáveis em usar, e que consideram adequado à situação educacional. Iniciam a primeira aula com uma “situação-problema”, com o objetivo de construir três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização e contextualização do conhecimento, finalizando com a aplicação a novas situações. Todos estes momentos serão “mediatizados” com recurso às TIC:

[...] ‘mediatizadas’ através das TICs, com a finalidade de ampliar ao máximo a aprendizagem e desfazer as concepções alternativas gestadas pelos estudantes em suas incógnitas de aprendizagem. Quanto ao termo “mediatização”, esclarecemos a opção, em função de seu significado pedagógico, que segundo Belloni, (2005, p.26), representa codificar as mensagens pedagógicas, traduzindo-as sob diversas formas, segundo o meio técnico escolhido (por exemplo, um documento impresso, um programa informático didático, ou um videograma). (Sequência didática, Grupo A, maio 2011).

Aqui o termo “mediatização” parece referir-se a formas de transposição didática do conhecimento com o auxílio das TIC. Neste caso, estes professores consideram que estes meios trarão um valor acrescentado para as suas aulas, no sentido de os alunos conseguirem desfazer as concepções alternativas e aprenderem através deles, como fica mais claro a partir deste parágrafo da sequência didática:

Quanto ao uso das TICs, Morais e Paiva (2007) nos falam, reconhecer todas as possibilidades didáticas decorrentes do uso das TICs com objetivos e fins educativos, devidamente integradas no currículo, significa aprender através delas mais do que aprendê-las. É englobá-las harmoniosamente com os restantes componentes desse currículo; é utilizá-las como parte importante com o objetivo de apoiar a disciplina ou conteúdo e não como um apêndice ou recurso periférico, que também desejamos atingir a partir de sua experimentação. (Sequência didática, Grupo A, maio 2011)

A partir deste parágrafo, podemos constatar que o objetivo deste grupo centra-se no uso destes recursos como meios mediacionais, ou seja, como formas de ajudar os alunos a acessar o conhecimento. Apresentaram como objetivos desta sequência:

2.1. Gerais:

- Mostrar que o conhecimento científico colabora para a compreensão do mundo e suas transformações;
- Ampliar as explicações acerca dos fenômenos da natureza;
- Colaborar para a apropriação de conceitos científicos relacionados à Química.

2.2. Específicos:

- Identificar e reconhecer as mudanças de estado físico;
Relacionar o comportamento molecular das substâncias com a temperatura.
(Sequência didática, Grupo A, maio 2011)

Da mesma forma, podemos observar, nestes objetivos, uma tendência em considerar que o conhecimento é uma construção pessoal, quando referem que pretendem “colaborar para apropriação de conceitos científicos [...]”. No entanto, também referiram que pretendem “Mostrar que o conhecimento científico colabora para a compreensão do mundo e suas transformações”, o que evidencia alguma oscilação entre dois modelos de ensino, um mais tradicional, o modelo de ensino por transmissão de conhecimentos, e um modelo mais recente, baseado nas visões construtivistas da aprendizagem. Todavia, durante a comunicação oral da sequência didática, estes professores manifestaram, de forma inequívoca, a opção por uma abordagem construtivista social, como se pode observar neste trecho da apresentação em Power Point:

As atividades foram elaboradas considerando a mobilização dos conhecimentos a partir da vivência dos alunos, visando instigá-los a revelar os conhecimentos prévios, propiciando gerar situações de conflito cognitivo entre os saberes do senso comum e a apropriação das noções e dos conceitos científicos, contribuindo com a reorganização de ideias e construção significativa do conhecimento.

Nossa preocupação foi pensar em uma sequência didática com intuito de incentivar o diálogo não apenas entre os alunos como também entre os alunos e o professor, favorecendo a troca de experiências, o debate e a socialização dos resultados e das conclusões. (Power Point da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

A partir da lista de competências e habilidades que os professores se propõem a desenvolver com esta sequência didática, também podemos constatar que este grupo está familiarizado com as novas abordagens de ensino de base construtivista/cognitivista.

- Construir através de imagens, modelos, teorias e textos reflexivos;
- Registrar e interpretar dados;
- Explorar ambientes de aprendizagem interativos (virtuais);
- Identificar problemas e escolher caminhos para sua resolução;
- Reconhecer, compreender e contextualizar os impactos no sistema produtivo e no ambiente;
- Adotar atitudes cooperativas, criativas e reflexivas em grupo gerando uma integração social favorável;
- Interpretar fenômenos de forma crítica rompendo com o senso comum e tornar-se autônomo;
- Desenvolver a capacidade de codificar e decodificar conceitos através de várias concepções de linguagem;
- Familiarizar-se com teorias, natureza e metodologia da Ciência e relacioná-la com a CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente);
- Proporcionar a vivência de fatos e fenômenos naturais, conscientizando da possibilidade de intervenção. (Sequência didática, Grupo A, maio, 2011)

Nesta lista, encontramos uma série de características relacionadas com uma abordagem de ensino centrada no aluno, em que este deve tomar um papel ativo na sua aprendizagem, onde se valorizam, acima de tudo, processos de trabalho pessoal e inter-pares, no sentido do aluno conseguir uma visão mais estruturante e holística, que explicita as múltiplas interações e interligações da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

De seguida, apresentaremos o conjunto de atividades propostas por este grupo de professores, concebidas para permitir aos alunos o desenvolvimento destas competências e habilidades e atingir os objetivos atrás referidos. O desenrolar das atividades, ao longo das três aulas que compõem esta sequência, será mediado por um roteiro fornecido pelos professores. A primeira aula é iniciada com uma questão-problema. Esta estratégia é

característica de uma abordagem construtivista, pretende-se envolver aluno no tema da aula. Neste ponto, os professores recorrem à visualização de uma garrafa de água gelada que eles levam para a aula. Esta visualização serve para captar a atenção dos alunos e estabelecer um forte vínculo com o seu cotidiano, em uma tentativa de gerar interesse e motivação. Após esta observação, os alunos, em pares, devem responder a algumas questões que se encontram no roteiro com o propósito de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre este assunto e possíveis equívocos. Em três das quatro questões utilizadas, o aluno é solicitado a explicar o que observa. De seguida, será efetuada uma “exposição dialogada” (Power Point da comunicação oral do Grupo A) das respostas dos alunos. No momento seguinte da aula, os alunos irão recordar o ciclo hidrológico da água através de uma simulação. Para estes professores, o uso da simulação serve para:

PB8: Então, é para eles lembrarem mesmo o que já viram. São alunos de oitava série do 9º ano, então eles já estudaram isto em outros momentos da escola, e tentar fazer uma ponte entre o que acontece na condensação num copo e relacionar isso com o mesmo fenômeno que acontece na natureza. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

Esta animação é utilizada para relacionar os conceitos abordados com uma situação ambiental (ciclo hidrológico da água), estando subjacente o poder que estes recursos têm para motivar e captar a atenção. A integração deste recurso serve para enfatizar os conceitos de mudança de estado físico e sua relação com a temperatura, como se pode observar nesta intervenção de PB 5, deste grupo, durante a comunicação oral:

Depois desse levantamento prévio e uma discussão com eles, dá mais, bom dá para ter claro quais são as dificuldades e aí nós encaminhamos para a simulação do ciclo da chuva, né, da água, o ciclo hidrológico. Por quê? Porque é uma situação conhecida também, conhecida, né. Onde a maioria destaca a questão da evaporação, só que não consegue perceber, né, a interferência da temperatura, nem relacionar com os conceitos de mudança. É também mais uma forma de estar “reinvestigando” o que eles sabem para poder reconduzir. [Mostrando slide] Essa é a nossa simulação, ela não é tão rápida assim, ela é bem lenta [risos]. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

Depois da apresentação da simulação pelo professor, os alunos são de novo direcionados a refletir sobre o que observaram, guiados por um conjunto de sete novas questões que incidem em descrever, explicar, identificar e aplicar os conceitos discutidos às novas situações. A primeira aula termina aqui com os alunos a exporem perante a turma e o

professor as respostas a estas questões relacionadas com as mudanças observáveis em nível macroscópico.

Na segunda aula, este grupo pretende auxiliar estes alunos a fazerem a ponte com a dimensão submicroscópica da matéria, começando a aula novamente com uma questão-problema, remetendo os alunos para a formulação de uma teoria que explique ao nível molecular e atômico, as transformações discutidas na aula anterior. Voltam a recorrer a um conjunto de três imagens representando os três estados físicos, no sentido de salientar as diferentes propriedades físicas (volume, forma, etc.) dos três estados. Após a utilização desta estratégia, os professores introduzem uma simulação molecular, representando os diferentes estados de agregação em função da temperatura. Durante a apresentação da sequência didática, o grupo demonstrou um propósito bem definido para o uso deste recurso, como se pode ver pela intervenção de PB5:

Depois de uma discussão a gente passa para o nível submicroscópico. A gente espera que nessa etapa ele já seja capaz de identificar e reconhecer mudanças de estado, perceber como a temperatura vai interferir quando ele resfria, ou quando se aquece um determinado material. Eles começam exatamente a questionar como é que ela (a matéria) vai estar agregada em função dessa temperatura, como é que ela vai mudar de uma fase para outra. A gente pede que eles elaborem uma explicação para isso, visualizando mesmo os materiais, que eles notem as diferenças de um material para o outro, em relação a aspectos de volume, possibilidade de visualizar, possibilidade de pegar até os materiais, né, [inaudível], eles gostam de coisas palpáveis, né. Aí, a gente entra nessa questão na simulação (segunda simulação) também, onde, por aquecimento, os materiais vão mudar de estado, são dois gases nobres que nós temos ali, e o oxigênio e a água, né. [Observa-se a simulação]. Nessa etapa, observam essa simulação e eles (os alunos) têm que começar a perceber os estados de agregação. Nessa simulação, clicando ele (o recipiente) começa a aquecer [inaudível], o oxigênio e água, apresentam os três estados, né e as mudanças... [inaudível] isso aí também resfria, daqui a pouco isso vai mudar. Se quiser resfriar, é só colocar um pouco de gelo para resfriar o material. É interessante também que, no futuro, você também pode questionar com eles a questão atômica mesma, a constituição das moléculas, porque elas aparecem de formas diferentes, a constituição da água, o oxigênio a partir das duas bolinhas. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

Mais uma vez, a proposta deste grupo vai no sentido de envolver os alunos na procura de um modelo explicativo para estas transformações e respectiva relação com a temperatura. Na terceira aula, o grupo pretende aplicar uma atividade de modelagem. A utilização desta estratégia insere-se mais em uma visão construtivista da aprendizagem, em que os alunos são levados a expressarem, através da construção de modelos feitos de diversos materiais

(fornecidos pelos professores), os seus próprios modelos mentais. Neste sentido, mencionaram no Power Point da comunicação oral ao grupo em formação: “A modelagem, neste caso, representaria a oportunidade de trabalhar modelos mentais, criando e explorando ferramentas reais, na composição de modelos interativos e interpretativos.” Para este grupo será um momento de avaliação dos alunos e de, simultaneamente, proporcionar a estes a possibilidade de se confrontarem com o que realmente compreenderam, estimulando-os para uma atividade mental e para a socialização do conhecimento. Da mesma forma, inserem no roteiro um série de questões de avaliação formal, tentando que os alunos mobilizem os conhecimento construído para novas situações. Para finalizar esta sequência, os professores propõem a utilização de um jogo interativo construído pelo grupo com o objetivo de sintetizar alguns dos conceitos abordados ao longo das três aulas, envolvendo mais uma vez os alunos em uma atividade de que normalmente gostam. Novamente, a estratégia foi escolhida em uma perspectiva de atender às diferentes formas de construção pessoal do conhecimento, como se pode verificar pela intervenção de PB13, durante a comunicação oral:

PB13: Aí, ainda dentro dessa perspectiva da avaliação e pensando que eles tenham autonomia, para que eles possam manipular, a gente elaborou um pequeno jogo, eles adoram, né. A gente usou a ferramenta do Flash, seguindo o tutorial da internet mesmo [mostram o slide com o jogo], por isso está bem precário. Para eles tentarem lembrar, também, a questão dos conceitos. [Passam o jogo, mostrando como se joga]. Alguém quer tentar, alguém quer se habilitar? [risos]. É só arrastar até a mudança de fase. Alguém quer? Vamos lá gente.! Quebra o gelo, que nós estamos nervosos. [Professor de outro grupo se levanta e vem jogar o jogo]. Você tem que arrastar... isso. O processo de acordo com a figura. Vai seguindo as setinhas, isso e arrasta. [Outro professor se levanta e continua o jogo]. [inaudível]. Coloque em qualquer lugar, é só para vocês perceberem que, em uma situação de jogo, a gente tem duas possibilidades de... ou de os alunos tentarem mesmo articular os conhecimentos que eles têm mesmo, ou então é pela tentativa e erro, né. Se colocar errado ele (o jogo) pede para voltar e pensar [os professores mostram o que acontece quando o aluno erra].

Várias vozes: Muito bom, gostei. [Risos]

PB2: Você não quer mostrar embaixo, você está mostrando a “colinha”(espécie de legenda), a explicação de cada estado, de cada mudança de estado físico. [continuam mostrando o jogo].

PB13: E, aí, outra questão que a gente pensou mesmo, é nos alunos com necessidades educativas especiais, que, às vezes, eles têm dificuldade de elaborar um texto escrito, às vezes não conseguem acompanhar um roteiro e, num ambiente interativo, eles se dão super bem. E é preciso enfatizar, também, mesmo na escola pública, a gente tem sala de informática, aparelho multimídia. Não são todas as escolas, mas em geral, a maioria das escolas já estão com esses equipamentos, com número suficiente para que eles possam manipular. A intenção era essa também. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

Em síntese, este grupo apresenta globalmente uma abordagem construtivista social, utilizando para isso uma série de estratégias que estão em consonância com esta visão. A utilização das visualizações tem como objetivo reforçar determinados conceitos e habilidades e melhorar a aprendizagem dos alunos, permitindo nalguns casos a comunicação e apresentação de ideias que, através da linguagem verbal, não seriam possíveis. Em relação aos recursos visuais incorporados em tecnologia (animação, simulação e jogo interativo), estes serviram para contextualizar a aprendizagem, recuperar conhecimentos prévios e para estabelecer a ponte entre as dimensões macroscópicas e submicroscópicas da química, explorando formas de representação de diversas entidades (eventos, objetos), aproveitando-se, simultaneamente, o aspecto apelativo destes recursos. Acrescenta-se, ainda, a intenção de usá-los como forma de potencializar a participação, na aula, de alunos com necessidades educativas especiais ou que revelem grandes dificuldades quanto à linguagem verbal, tendo assim a oportunidade de construírem e comunicarem conhecimento que, de outra forma, seria difícil. Sendo assim, consideramos que este grupo conseguiu uma integração harmoniosa e refletida destes recursos na sequência que elaborou durante o curso de formação.

À semelhança do Grupo A, o Grupo C apresenta uma sequência didática detalhada, fundamentando a escolha deste tema indicando os objetivos, competências, atividades, recursos e momentos de avaliação. Este foi o único grupo em que um dos professores conseguiu aplicar o planeado em sala de aula e, desta forma, possibilitou o envolvimento do grupo em uma atividade investigativa sobre a própria prática. Sendo assim, este grupo apresentou um Power Point sobre a aplicação em sala de aula, contendo os resultados da sua pequena pesquisa. A sequência distribui-se por três aulas. As duas primeiras aulas seguem, nitidamente, um referencial teórico de Delizoicov de base freiriana, já utilizado pelo Grupo A, no qual a aula é dividida em três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Apresentam um conjunto de objetivos que assentam na criação de situações de aprendizagem no sentido de permitir aos alunos conhecer e compreender os fatores que podem modificar o tempo de uma transformação química, assim como o desenvolvimento de competências diversas, como se pode verificar neste excerto da sequência didática.

Objetivos:

- Apresentar para os estudantes situações onde possam conhecer e compreender os fatores que podem modificar o tempo de uma transformação química (concentração, temperatura e superfície de contato);

- Desenvolver competências e habilidades no que se diz respeito à pesquisa, socialização, interação nos experimentos;
- Leitura e escrita de texto do gênero científico.

Competências e habilidades:

- Organizar, relacionar e interpretar dados para chegar as conclusões sobre os fatores que podem alterar o tempo de uma transformação química;
- Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos sobre os fatores que alteram a rapidez do processo de deterioração dos alimentos para proposta de soluções. (Sequência didática, Grupo C, maio, 2011)

Através destes objetivos, podemos observar uma tendência para colocar o aluno no centro do processo, no sentido de este ter um papel ativo na aprendizagem. No Power Point da apresentação da sequência, também mencionam terem usado o referencial teórico de Vygotsky, nomeadamente na questão da importância da linguagem para comunicar e para construir conhecimento. Então, a primeira aula começa pela questão “Podemos alterar o tempo de uma transformação química?”, acompanhado de uma situação-problema referente a este tema a que os alunos deverão apresentar uma ou duas soluções. Após a realização desta tarefa, ocorre um debate sobre as soluções encontradas tendo o grupo preparado mais algumas questões para dinamizar o debate. Estas questões, que eles chamam de “diretas”, servem para trazer referências do cotidiano do aluno e para “indagá-los” sobre o tema”. Após este momento, é apresentado um vídeo onde os alunos podem observar várias experiências acerca dos fatores que influenciam a velocidade das reações químicas. Tal como o Grupo B, a falta de tempo, número excessivo de alunos por turma e falta de laboratório justificam a utilização de vídeo para visualizarem uma atividade experimental. O vídeo é utilizado de forma a envolver os alunos na interpretação do que estão observando como é evidenciado pelo professor (PB7) que aplicou a sequência na sala de aula, durante a comunicação oral:

Pesquisadora: Tem som?

PB7: Tem, mas a gente preferiu trabalhar sem som.

PB11: É apresentado o vídeo, e o vídeo não é passado direto, há intervenção a todo o momento, então para antes que ocorra o experimento, a gente pergunta que é que acontece... aí, em seguida, continua o vídeo. O vídeo tem um minuto e trinta e dois, e ele leva de dez a vinte minutos a ser passado prá ser discutido; a aplicação na aula é parada a todo o momento.

PB7: É porque se, de repente, você para e - Aí pessoal, que vai acontecer?-, - É, qual vai ser primeiro? Você discute se é copa quente, se é copa fria. - Aí, qual vai ser a próxima variável? A gente perguntava qual será a próxima, aí ficavam pensando. Aí a gente ia passando e parando o vídeo, perguntando, questionando, quando acabava. - Por que é que você acha foi primeiro, o que é que interferiu né, explorou, é bastante interativo. Eu gastei vinte minutos prá passar o vídeo.[...] (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo C, maio, 2011)

No caso deste grupo, e ao contrário do grupo anterior, há também uma preocupação no “por quê”, como se pode observar na última fala do PB7, o que denota um afastamento do modelo de ensino por descoberta, em que o foco é no resultado e não no quadro teórico de referência que permitia explicar o porquê do fato observado. Desta forma, podemos concluir que este grupo utiliza uma abordagem de carácter construtivista, tentando envolver o aluno ativamente na construção do conhecimento. Esta constatação fica mais evidente ao analisar o resto da sequência. A estratégia escolhida para finalizar a primeira aula consiste em permitir aos alunos a “Retomada das questões e do texto aplicado anteriormente, para auxiliar os alunos a concluir as ideias sobre o assunto.” (Sequência didática, Grupo C). Mais uma vez, o objetivo é permitir aos alunos reverem as respostas dadas no início da aula e confrontarem com aquilo que observaram no vídeo. Desta forma, o professor fornece um estímulo para os alunos desenvolverem ou modificarem as suas ideias em relação a estes conceitos, sendo apoiados pelo professor e pelo debate inter-pares. Para este grupo, este momento constitui também um momento de avaliação dos alunos, ou seja, da forma como se está a processar a aprendizagem. A aula finaliza com a sistematização individual das ideias da aula.

A segunda aula começa com uma revisão das ideias debatidas na aula anterior. Em seguida passa-se à leitura de um texto científico sobre cinética química, prosseguindo-se a aula com a utilização de uma simulação multimídia para auxiliar o professor a introduzir alguns conceitos de carácter teórico e abstrato, e para ajudar os alunos a compreenderem melhor, como é justificado por PB7 durante a apresentação da sequência didática.

Aí a gente passou um (simulador) que é bem parecido com o que o outro grupo também trouxe, né. A questão da energia de ativação, complexo ativado, aí a gente achou esse vídeo (simulação) pode ajudar né, na questão da...abordagem, na questão da compreensão... que o outro grupo abordou. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo C, maio, 2011)

Neste caso, a estratégia usada nesta fase centrou-se na introdução de vários conceitos teóricos, utilizando para isso um recurso multimídia que permite a visualização dos objetos moleculares que representam as entidades teóricas envolvidas nos mecanismos de reação que seriam muito difíceis de apresentar utilizando apenas a linguagem verbal. Destacamos igualmente que, durante a apresentação deste grupo e respectiva entrevista, se tornou evidente uma preocupação em mediar o acesso ao conhecimento, que esteve bem presente durante a aplicação da sequência didática em sala de aula, como podemos constatar nesta intervenção de PB7, durante a apresentação da sequência:

[...] Aí finalizando o nosso estudo... é da análise do gráfico podemos concluir que o uso do vídeo com a mediação do professor, ele resulta num processo tá mais eficiente, não é que nós somos melhores, não é, é que o professor, quando ele faz essa mediação, essa interação, ele desperta no aluno o interesse em saber, e vai questionar, o que é isso, pára o vídeo, é uma disputa; teve uma sala que esteve até apostando... sabe bastante interessante. Agora, na outra sala onde você passa o vídeo (sem mediação) é, e todo mundo assim [professora faz o gesto de alguém parado e com ar desinteressado] e dizem, muito legal, muito bom [professora mostra expressão facial de troça], outros ficam olhando celular. Então, só o vídeo pelo vídeo, vocês perceberam que não foi aquela eficácia toda. Mas é interessante que a interação do professor é fundamental, é, mas desde que o professor esteja preparado para interagir, porque depois que a gente faz esse curso a gente tem uma teoria e a gente faz os cursos e aprende um pouco mais, parece que a gente tem um novo olhar do que a gente vai trabalhar na sala de aula. Então é importante que o professor interaja, é importante, mas ele também tem de ter um conhecimento, como se preparam os alunos [...]. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo c, maio, 2011)

Desta forma, o grupo manifesta uma preocupação com a elaboração de significados a partir destes recursos e reconhece a importância da preparação e intervenção do professor durante a aula. Esta aula é finalizada com os professores a providenciarem orientações para uma pesquisa de campo sobre degradação de alimentos e com os alunos a realizarem uma pequena avaliação formal sobre os conteúdos abordados.

A terceira aula inicia-se com a apresentação dos trabalhos pelos alunos que eles consideram muito importante, não só para desenvolver competências de pesquisa, organização de informação, comunicação, como referido na sequência didática, mas também para relacionarem com o dia a dia. Este fato é bem visível neste extrato:

PB11: [...] a questão da validade dos alimentos, se seus familiares observam a validade, se todo trabalho... se está bem acondicionado no local, faz toda uma explanação, a gente até pode pegar no caderno do aluno, e aí fica bem claro. Então, é uma proposta que já vem no caderno do aluno e a gente achou interessante que eles fizessem isso, para que eles pudessem perceber tudo aquilo que foi trabalhado na sala de aula existe uma aplicação prática no dia-a-dia dele. Há críticas a respeito da proposta, óbvio, mas têm algumas coisa que eles procuram aliar, e essa é uma delas, sempre trazer aquilo que você vai utilizar na sua vida. Então, essa proposta de trabalho a gente trabalha com algumas coisas que a gente conhece: a questão do comprimido efervescente, você já faz uma situação onde eles conhecem, aí, no final, você faz uma aplicação que é necessária na vida deles, não ficam com uma atividade perdida, eles associam com o momento de vida deles, vai ser útil né, no cotidiano deles. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo C, maio, 2011)

O objetivo final deste trabalho é levar os alunos a construírem um mural sobre as formas e limitações dos processos de conservação dos alimentos. Face ao exposto, podemos concluir que a proposta deste grupo e a forma como a sequência foi aplicada em sala de aula teve por base uma abordagem de ensino construtivista social, com a utilização de estratégias que potencializam a construção de conhecimentos por parte dos alunos.

Abordagem mista

Nesta subcategoria, foi enquadrada a sequência didática do Grupo B. Ao contrário do grupo anterior, apresentaram uma sequência didática pouco detalhada para trabalhar o tema “Cinética Química”. Nesta sequência, constavam de uma forma sintética os objetivos, os conteúdos a abordar, a sequência das atividades a desenvolver e as formas de avaliação. Em relação aos objetivos, estes eram:

Ao final da aula, o aluno deverá ser capaz de compreender o mecanismo e a velocidade das reações e assim perceber que, alterando as propriedades físicas, como temperatura, pressão e superfície de contato podem controlar a velocidade das reações, obtendo, dessa forma, benefícios. (Sequência didática, Grupo B, maio, 2011)

Como se pode observar, este grupo centra-se na aquisição de conceitos, não apresentando qualquer objetivo relacionado com o desenvolvimento de competências. Em relação ao “conjunto de atividades” a desenvolver, o grupo indica-as segundo a sua ordem de introdução na aula, como se pode verificar:

- Simulação de experimentos com diferentes velocidades de reação.
- Velocidade de uma reação / Gráfico velocidade x tempo
- Mecanismo de uma reação
- Colisão entre moléculas (Complexo ativado e teoria das colisões)
- Fatores que alteram a velocidade de uma reação (Superfície de contato, concentração dos reagentes, temperatura, pressão e catalisadores) (Sequência didática, Grupo B, maio, 2011)

Na realidade, o que este grupo faz é estabelecer principalmente uma ordem cronológica para a apresentação dos conteúdos a abordar. Durante a comunicação oral desta sequência indicaram mais alguns detalhes acerca das atividades e estratégias escolhidas, assim como dos recursos a utilizar. Sendo assim, depois de uma pequena exposição oral, o grupo

utiliza uma simulação para trabalhar os conceitos escolhidos. No excerto seguinte da comunicação oral podemos encontrar estes pormenores:

PB1: [...] Então, após uma pequena introdução a gente vai apresentar a simulação de experimento nesse momento ainda a animação só está mostrando é que existem reações que podem se apresentar (a gente já vai mostrar daqui a pouco) que existem reações que podem se apresentar, se processarem em velocidades deferentes até, então, a gente não vai entrar, ainda, quais são os fatores que influenciam para que essas velocidades sejam diferentes, é só uma introdução para que eles entendam que existem diversas razões que ocorrem no dia a dia para que essas sejam velocidades diferentes, aí a gente vai falar sobre o conceito de velocidade na reação química né, que é diferente do de velocidade na área da física, né... [ruído]... deslocamento e tempo né, na química, a gente trabalha com o consumo do reagente em relação ao tempo e a formação do produto em relação ao tempo, né. Então, explicar que a velocidade de uma reação química é um pouco diferente, né, e que também às vezes a gente usa até o termo rapidez, né, e não velocidade né, prá eles entenderem que tem esses dois fatores né. E tem um gráfico né, para analisar como é que acontece. O gráfico é interessante como é que se processa isso, o mecanismo da reação, a necessidade de que hajam colisões sempre a acontecer né, e aí falar da teoria do complexo ativado, então a gente vai trabalhar a teoria e usar o recurso multimídia para mostrar as visualizações, como isso vai acontecer; então, a gente tem isso pronto, a gente vai mostrar essa primeira parte para vocês, tá ok! (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, maio, 2011)

Ao analisar parte da transcrição do registro audiovisual da comunicação oral deste professor, podemos constatar em vários momentos a adoção de uma abordagem transmissiva. Há uma ênfase no professor, “[...] a gente (o professor) vai apresentar”, “A gente vai falar sobre o conceito de velocidade química [...]”, ou “a gente vai mostrar” e o aluno vai entender. No entanto, noutros momentos da apresentação, nomeadamente quando apresentaram os recursos e a forma de utilização destes, mencionaram intenção de envolver mais os alunos, como podemos observar neste trecho:

PB4: Aí, a gente pode questionar lá com o aluno, né. Tem uma questão ali do lado, oh! Qual é a reação mais rápida? Com moagem ou sem moagem do reagente? Aí, a gente ouve a classe, né, a classe responde, fala o que pensa, e aí a gente coloca a resposta ali [apontando para o lugar na tela para selecionar a resposta]. Provavelmente, eles vão colocar a B né, aí clica lá na B [diz para a colega] e aparece lá que isso tá correto, né. Aí, a gente vai para o segundo experimento que também fala de velocidade de reação. Isso aqui vai mostrar, né [fala para a colega que está trabalhando com a simulação] pega lá no béquer um, este vai ser com aquecimento, o béquer dois sobre a bancada, e coloca água nos dois de novo [risos].

PB 14: É prático, não tem sujeira...

[Várias vozes]: Gostei, gostei...não tem aluno jogando água no outro...

PB 4:... liga lá o aquecimento, dá uma olhadela que a temperatura está aumentando; chegaram a ver a temperatura aumentando ali no termômetro né, aí de novo coloca o antiácido na chapa, na água aquecida, e depois na água em temperatura ambiente e observar o tempo nos dois lados. Então, primeiro caso, temperatura aquecida, o tempo de reação está sendo contado ali na telinha... 10s, temperatura ambiente [inaudível]... observe que já passou do tempo né, a velocidade é mais lenta e de novo a gente pode perguntar prá turma né, pode interagir perguntando o que é que eles observaram, onde foi mais rápido, com aquecimento sem aquecimento, aí acreditamos que eles respondam com aquecimento, aí a gente confere né, aí essa seria a nossa introdução, né, mostrar essas diferenças de temperatura nessas situações, e em seguida [...].(Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, maio, 2011)

Neste caso, o grupo pretende aproveitar a interactividade que alguns destes recursos permitem, nomeadamente os multimídia, para envolver o aluno na aula, embora como se pode observar, esta interação é restringida às questões que o próprio recurso disponibiliza. Este grupo começa por analisar, à semelhança do anterior, as alterações observáveis no plano macroscópico, escolhendo uma simulação laboratorial para as apresentar. Desta forma, em uma primeira fase, os alunos podem observar que existem reações que ocorrem a diferentes velocidades, para a seguir, usando o mesmo recurso e a mesma estratégia, apresentar quais são os fatores que influenciam/alteram a velocidade de uma reação química. Aqui destacamos a possibilidade de haver algum desinteresse ou até alguma confusão nos alunos, dado que é utilizado o mesmo recurso com propósitos diferentes. Corre-se o risco de o aluno não entender os dois objetivos e não efetuar as relação entre as duas atividades. Em ambos os momentos, o recurso utilizado serviu para substituir uma atividade experimental que os alunos, ou o professor, poderiam ter executado num laboratório, mas que devido à falta de condições foi substituída por este recurso, como se pode constatar através desta intervenção de PB1 durante a entrevista deste grupo:

Pesquisadora: Na vossa sequência didática usaram uma simulação que representava várias experiências laboratoriais. Refletiram se a forma como o aluno interpreta estes fenômenos macroscópicos a partir destes recursos virtuais se modifica, se altera? Se há alguma interferência? Reparem, vocês usaram um recurso virtual para representar um fenômeno macroscópico. Refletiram se há alguma influência na forma como o aluno interpreta a experiência laboratorial?

PB1: Eu pensei bastante... inclusive na apresentação fiz essa observação naquela parte de introdução que a gente mostrou algumas coisas, eu facilmente substituiria, se pudesse, por algo prático.

Pesquisadora : Por quê? Achas que o aluno vai interpretar doutra forma, levantar outras questões. Há alguma interferência? Eu só estou a colocar a questão, eu também não sei a resposta...

PB1: ...eu substituiria, porque é macroscópico eles estão vendo acho que é mais interessante a prática ali ,né... em contrapartida na nossa sequência tem uma parte que é submicroscópica e essa é fundamental usar o recurso multimídia, é fundamental. A gente usou aquela sequência (para a parte experimental) mas eu substituiria.

Pesquisadora/ –Qual a razão específica?

PB1: Porque eu acredito que eles vivenciando aquilo eles fazendo a observação acredito que eles tenham a... assimilem melhor aquela parte de laboratório. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, junho, 2011)

Nesta intervenção podemos, também, observar que este professor apresentou uma visão empirista/indutivista acerca do conhecimento científico, a simulação laboratorial ou o experimento prático servem para permitir aos alunos “a observação” para posterior “assimilação” dos conceitos. Nesta parte da sequência didática, este grupo adota claramente um modelo de ensino por descoberta. Através destes recursos o professor apresenta fatos observáveis, organizados, presumindo-se que o aluno, ainda que auxiliado, vá conseguindo assimilar conceitos. Apesar de se verificar algum desvio à visão mais tradicional da aprendizagem por transmissão de conceitos, os conhecimentos prévios e as ideias próprias dos alunos não são levados em conta, admitindo-se que o aluno só tem de empenhar-se em observar e chegar às conclusões.

Na segunda aula desta sequência, o grupo pretende fazer imergir os alunos nas teorias que explicam a influência de diversos fatores (temperatura, concentração, catalisador, etc.), discutidos na aula anterior. Para isso, utilizam um novo recurso, uma simulação molecular dos mecanismos das reações, em diversas situações. No entanto, temos de destacar que não foram claros em algum ponto de que forma iriam ajudar os alunos a efetuarem a ligação entre estes dois momentos da sequência didática, ou seja, a passagem do plano macroscópico para o plano molecular e atômico. Não existe qualquer referência específica que demonstre a consciência da necessidade de interligarem bem estes dois momentos para que os alunos atribuam o correto significado ao que estão a observar e consigam estabelecer as devidas conexões entre o que observaram e as explicações de natureza teórica. Mais uma vez, a estratégia é a mesma, o professor manipula o software, tentando envolver os alunos em uma discussão sobre o que estão a observar, como é evidente neste extrato da apresentação deste grupo, através de PB4:

PB 4: O professor pode escolher se quer com som se quer falar (inaudível), com concentrações diferentes, vamos ouvir lá. [mostrando a animação com narração] Soluções concentradas velocidade de reação maior. Pode ir para o próximo? Quer que passe de novo? Não. Então, vamos lá efeito de

temperatura, ali tem um termômetro a gente vai passar primeiro ali dez graus Celsius, então né observe que ela é lenta (a reação), depois a gente aumenta pra temperatura que a gente escolher, ali [apontando para a tela] vai ver que é mais rápido. Tem que clicar você clicou já? [pergunta à colega]. Tá prá começar já né, já tá; é que ela é lenta é dez graus tá bom [risos]. Aí, muda de cor já dá para ver que tem um produto diferente. Aí, dá para conversar com a turma, aí eles escolhem a temperatura. Aí começa de novo, legal também para ver que só acontece (a reação) quando atinge o complexo ativado, a gente pode mostrar isso de novo olha lá. Observe que eles começam a se movimentar só formam produto depois do complexo ativado olha lá, lá em cima né, então a gente pode trabalhar tudo isso com eles. Aí, o efeito da pressão, aí temos duas animações lá em cima; uma com pressão maior outra menor, de novo tudo se transforma [observam a tela]... e aí alta pressão muito mais rápido. Vamos lá efeito dos catalisadores. A gente comenta com a turma o que é catalisador. Sem catalisador, mostrar que a energia de ativação é maior né, o gráfico é maior, é mais lenta. A gente depois pode mostrar que o catalisador diminui a energia de ativação. Parado no final. Sem catalisador e a gente repete com catalisador e já mostra lá onde a energia de ativação é menor, o complexo ativado, a obtenção do produto de uma forma muito mais rápido, que é a função do catalisador. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, maio, 2011)

Mais uma vez, este grupo utiliza este recurso para que os alunos possam observar, neste momento, o que se passa no plano submicroscópico. Salientamos que se verificou, como já referido noutro ponto deste trabalho, uma tendência deste grupo para apresentar estas representações do plano submicroscópico como cópia do real. A forma como apresentaram estes recursos para o grupo em formação denota uma forte influência das concepções indutivistas/empiristas e fragilidades na noção de modelo. Nitidamente, para estes professores, apesar de envolverem os alunos na aula, o objetivo principal é enfatizar os resultados esperados, obtidos por via sensorial, não há margem para erro, tudo é feito de uma forma mecânica e linear, o que pode levar os alunos a construírem uma concepção ingênua de pesquisa científica. Para finalizar esta sequência, o grupo propõe a utilização de um momento de avaliação que incluirá uma mesa redonda com questões para debate, participação na aula e a construção de um mural com imagens pesquisadas pelos alunos. Os detalhes e objetivos desta estratégia são dados por um dos professores do grupo, durante a comunicação oral:

PB1: Então, os métodos de avaliação que a gente escolheu, a gente colocou assim essa mesa redonda aí; no Brasil todo mundo entende essa terminologia de mesa redonda né. Por que um tema que gera bastante discussão, eles vão citar bastantes exemplos, o próprio dia-a-dia mesmo, né. A gente costuma trabalhar com alimentação quando a gente fala sobre isso, alimento fora da geladeira, dentro da geladeira, a gente né, carne moída, né. Então, existem varias situações, então assim a gente entende que isso gera bastantes discussões, eles vão colocar os exemplos deles mesmos assim né, então é viável a gente avaliar nessa mesa redonda né. A introdução é interessante é

durante o processo de apresentações do tema, de cada tema, da parte teórica assim antes de, naquelas primeiras simulações onde a gente ainda não tenha trabalhado com conceitos né. É importante deixar que eles falem a respeito disso. Então, a gente pode jogar algumas questões para que eles façam discussão prévia né, antes de ter a teoria né, ter a prévia antes... é interessante isso também. A participação na aula é importante, analisar isso então para a gente isso é um método de avaliação muito eficaz, porque a gente sabe que uma prova, é ela não vai determinar muita coisa. Todo mundo né, tem aquele tipo de aluno que durante a aula você vai vendo você pergunta ele responde, mas no prova trava né, o que a gente tem para falar com o aluno é tentar trabalhar isso, porque a vida cobra né; a gente aqui deve tentar entender tenta compreender, mas a vida cobra, mas isso tá mudando. Essa participação a gente acha interessante e também achamos interessante que eles fizessem uma pesquisa de imagens que mostrassem os conceitos estudados né, então a imagens referentes tipos de reação né, um tipo de reação instantânea; de que aquela ocorre mais lentamente, até dos fatores que tão alterando a reação assim, então uma vez que eles fizessem essa pesquisa, montaríamos um mural com essas imagens ilustrando esses temas estudados. Então a gente também achou interessante trabalhar dessa forma. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, maio, 2011)

Analisando, mais uma, vez a intervenção deste professor, podemos concluir que este grupo, apesar de procurar centrar o ensino no aluno, incentivando-o a participar nas aulas, na maioria das vezes, essa participação restringe-se a comentar o que observou, ou seja, a mostrar o que descobriu. A sequência está centrada na aquisição de conceitos e na relação entre estes e o cotidiano dos alunos, ou seja, no sentido de contextualizar a aprendizagem. Sendo assim, assistimos à adoção em determinados momentos de um modelo de ensino com muitas características do tradicional centrado na exposição dos conceitos pelo professor. No entanto, nos momentos de exploração dos recursos visuais estes professores adotam um modelo designado ensino por descoberta que centra a aprendizagem no aluno, ou seja, este já não tem um papel passivo na aprendizagem. Sendo assim, considera-se que a abordagem utilizada por este grupo é mista, oscilando entre momentos de ensino tradicional e momentos em que os professores se afastam um pouco deste estilo.

7.1.3 Dificuldades manifestadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula

Em relação ao uso destes recursos vários, professores mencionaram e apresentaram, ao longo desta formação, algumas dificuldades que inibem o uso destas ferramentas visuais, especialmente as incorporadas em tecnologia (simulações, animações, vídeo, etc.). No entanto, no questionário prévio, só PB5 e PB10 revelaram ter conhecimentos básicos de

informática. Estas dificuldades situam-se no plano operacional (técnico) e no plano pedagógico. Em relação às dificuldades operacionais, alguns professores situam estas dificuldades neles próprios, por exemplo, PB14 referiu:

Eu conheço muito pouco de informática, muitas coisas a gente recorre e pegou nos portais que existem, se a gente dominasse como a PB 13... eu tenho um filho em casa que domina isso aí, mas tendo o tema já pronto... é, eu até sei pesquisar, mas tendo os recursos na escola sem dar problema, é válido, aí eu já aplicaria com certeza. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, maio, 2011)

Também PB12 mencionou: “Eu tenho dificuldades em usar o PowerPoint [...]”. Da mesma forma PB2 na sua intervenção foi bem explícito em relação a estas dificuldades:

Eu particularmente tenho um pouco de medo de usar essas tecnologias e estou-me acostumando com a ideia, mas pra me acostumar eu primeiramente eu acho que faria um trabalho junto com a professora da sala de informática ou com algum monitor da sala de informática que tem no estado, na prefeitura a sala de informática tem um monitor. E aí... é, mas eu tenho medo de durante a aula eu ter algum problema com as tecnologias. E o que eu farei, porque eu não domino ela totalmente, mas eu sei que é importante... os nossos alunos eles estão nessa era digital, só que eu ainda tenho de me apropriar dessa tecnologia e eu não tenho total controle dela e não tenho confiança total em trabalhar com ela, mas eu sei que é necessário. Este curso é uma primeira forma de eu pensar em poder usar. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

Também foi possível observar estas dificuldades quando estavam a preparar as sequências didáticas, como se pode verificar pelo extrato das notas de campo da pesquisadora:

Devido às dificuldades para se encontrarem fora das sessões de formação, os professores pedem para que esta sessão seja, tal como a anterior, para eles elaborarem a sequência didática. Revelam falta de tempo e, em alguns casos, os professores mencionam que sozinhos não conseguem explorar os recursos. Sentem dificuldades em pesquisar imagens, ou outro tipo de recursos visuais, como simulações ou animações. Por sorte em cada grupo, parece existir pelo menos um professor com bons conhecimentos de informática que vai ultrapassando os problemas técnicos que se colocam durante a construção da sequência didática. Só um dos grupos demonstra estar com problemas de organização, um dos elementos voltou a faltar nesta sessão e não enviou o material que era suposto trabalharem (7ª sessão, maio de 2011).

Todavia para outros professores as dificuldades já são de outro gênero e situam-se ao nível da existência e disponibilidade destes recursos na escola. Por exemplo, PB8 menciona na apresentação do Grupo A:

Utilizar esses recursos... assim, se você tem esse material físico que essa é a maior limitação, você precisa necessariamente de certos equipamentos para as coisas funcionarem direito e esses equipamentos precisam de determinadas configurações e muitas vezes você até tem equipamento físico, mas as configurações não são compatíveis com aquilo que a gente sabe fazer, ou consegue fazer ou tem disponível. Então acho que a limitação do uso desses recursos é mais físico mesmo. Você ter o equipamento que seja compatível com aquilo que você consegue preparar. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

O professor PB13 complementa, mencionando que:

Só voltando nisso que ela falou, a dificuldade que a gente tem de ter autonomia, pra incluir programas né, na prefeitura a gente não consegue, tem de ser feito por um administrador, então como eu tenho resolvido isso? Comprei um equipamento de DVD e, por exemplo, quero passar uma animação, aquele formato não roda no DVD, não roda no computador (da escola), tem aparelho que [inaudível], os formatos são bem limitados. Então eu levo o meu, eu insiro pen-drive, qualquer tipo de formato roda. Então assim, são alternativas que a gente vai criando, isso é muito de professor público mesmo, de se virar, bancar, porque demora... vai instala esse programa na sala de informática, aí vai o pedido, aí coloca isso demora... porque a gente não pode instalar o programa? Tem de colocar senha que muitas vezes a gente não tem, então assim, isso é uma dificuldade. Como eu tenho vencido isso, levando os meus equipamentos. Então eu levo e quando preciso é só usar [inaudível]. Tem muitos jogos a partir da internet, inclusive aqui da USP e da UNESP que você pode usar tranquilamente e que está adaptado à idade, ao desenvolvimento cognitivo, enfim. “A dificuldade é essa, você conseguir baixar, fazer o download, a gente não faz download, é isso. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

No trecho anterior, o professor aborda a questão da autonomia em termos informáticos, que de uma forma geral é limitada, o que dificulta muitas vezes a utilização destes recursos. Na intervenção de PB7, é possível detectar algumas dificuldades relacionadas com o contexto em que estes professores trabalham e que se situam no plano operacional, nomeadamente ter de reservar a sala de informática, na dimensão das turmas e na gestão do tempo:

Então eu acho, eu não tive dificuldades... eu tive contratemplos, não vou dizer que foi dificuldade porque é... como a gente tava fazendo o curso houve uma facilidade na argumentação da estrutura, quando a gente montou a sequência a gente teve um referencial teórico. A gente montou um planinho apresentou pra direção e eles adoraram ver os teóricos e, então tem tudo que é disponível. Tem vídeo, tem. A sala é sua naquela semana você pode usar, então nessa parte ajudou bastante. Agora os contratemplos, às vezes são: às vezes à noite choveu várias vezes, os alunos tem um evento, então eles sai, não tem como dar aula e tem de reservar de novo a sala. Então, por isso que eu só tenho alguns alunos, mas eu tenho 40 a 45 por turma e isso complica, mas mais ou menos 25 da sala é que vêm, que foi o usado na sequência nas aulas né, e alguns alunos também do noturno que às

vezes trabalham chegam um pouco atrasados, mas fora isso não tenho dificuldades, não tem... só o tempo porque são 22 aulas, o tempo da gente é corrido né, isso atrapalha um pouco também. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo C, maio, 2011)

Estas últimas dificuldades foram manifestadas sobretudo após o curso de formação. Todavia, para a maioria dos professores as dificuldades começam nas questões pedagógicas, nomeadamente no papel destes recursos na aprendizagem, como referiu PB5 na apresentação do Grupo A:

Uma das dificuldades de usar é fazer um uso responsável, fazer com que esse material tivessem realmente inserido dentro das aulas de forma contextualizada. Essa foi...bolar um roteiro a partir daí, criar uma situação de aprendizagem e que tivesse realmente um uso produtivo, não em função da tecnologia, mas o que essa tecnologia pudesse vir a representar para os alunos, qual é o contexto significativo desse material para esses alunos. Então essa foi à primeira, a segunda a gente ficou muito em dúvida se a contextualização era em cima da prática ou se tínhamos de contextualizar um pouco mais teoricamente em função da imagem, porque tem coisas que agente não faz ideia. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2011)

Neste trecho, PB5 expõe algumas dúvidas de um professor que tenta planejar uma aula recorrendo a recursos visuais incorporados em tecnologia. Como estruturar uma aula em que estes recursos tenham “um uso produtivo”? Que tipo de abordagem e estratégias serão as mais adequadas? Na entrevista deste grupo, o mesmo professor volta a manifestar as mesmas dificuldades em relação ao papel destes recursos e de que forma estes deverão ser utilizados em sala de aula.

[...] era uma coisa que eu tinha deixado de explorar já fazia anos, eu não conseguia mais perceber o uso dela (da visualização) na sala de aula... Como funciona esse recurso? Acho que até pela falta de embasamento teórico, você acaba deixando de utilizar [...].(Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, maio, 2011)

No entanto, esta dificuldade, também, já foi referenciada por alguns professores no início do curso, sendo este um dos motivos para a inscrição nesta formação, como se pode observar na Tabela 6.2. No final do curso a maioria dos professores mencionou que houve uma mudança na forma de olhar para estes recursos, tendo-se diminuído esbatido algumas das dificuldades iniciais, por exemplo, PB11 mencionou na entrevista:

O positivo foi esse despertar de realmente existe... Eu não trabalhava com a imagem com uma intencionalidade, eu quase não considerava ela na aprendizagem, hoje não, hoje eu trabalho com a imagem me colocando... Já como uma parte importante da minha aula, não como um adereço, um

acessório que eu estou usando na aula. Não, hoje ela é parte integrante e ela tem uma importância fundamental. [...].(Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2011)

Este fato, também, foi manifestado por PB10 durante a entrevista:

[...] Então o curso em si ele me ajudou a interpretar essas matérias do signo e da semiótica, que eu tinha muita dificuldade, como eu já tinha dito eu já tinha lido muita coisa, mas eu não entendi nada. Qual o papel dessas representações? Agora eu consigo ter uma visão mais crítica sobre os materiais, uma visão tão crítica que eu revi no meu computador... isso é uma porcaria, isso não. Não quer dizer... tem um monte de coisa que eu achava bom, já teve uma seleção natural que vai acontecer conforme o tempo vai passando. [...]. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, junho, 2011)

Para PB10, a principal dificuldade foi perceber qual o papel destas representações. Como elas contribuem para a construção de conhecimento? A relação entre o signo (visualização), o objeto representado e o interpretante (modelo mental) é complexa e diversa e, raramente discutida durante a formação do professor. Também PB1 durante a entrevista refere dificuldades na utilização, nomeadamente em que momento da aula devem ser utilizados estes recursos e como deve o professor intervir:

É, isso depende, é por isso que eu insisto que nós como... em algumas situações como mediadores, a gente precisa de ter esse ‘filling’ de perceber quando é importante a nossa intervenção, quando é importante o embasamento teórico... É prévio ou posterior, a gente precisa perceber isso [...]. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, maio, 2011)

Na intervenção anterior está patente outra dificuldade relacionada com o papel do professor durante a utilização destes recursos. Que tipo de suporte é necessário? Será que o aluno vai sozinho elaborar o significado pretendido? Qual o melhor momento da aula para a utilização destes recursos? Devem ser usados para explicar um conteúdo, para os alunos explorarem um conteúdo ou devem ser utilizados para consolidar um tópico? Outra dificuldade manifestada por dois grupos situou-se ao nível da seleção do recurso visual, como se pode observar nesta intervenção de PB9 durante a comunicação oral:

Olha eu já tinha falado prá mim a dificuldade é escolher a imagem eu até mostrando... eu encontrei uma imagem de cubinhos de gelo num recipiente, água noutro, e um recipiente vazio, vazio mesmo assim sem nada. Eu falei para eles: -A gente poderia colocar isso como... não façam isso, porque o aluno prá ele como você vai explicar no vazio tem o gás se tá vazio entendeu então, o vapor tá lá dentro mas eu não estou vendo, ele tem que ver alguma coisa, então se é uma imagem, você tem que pôr uma que ele enxergue. Então para mim procurar imagens que focasse o que eu queria passar é

complicado. [...].(Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo D, maio, 2011)

Nesta intervenção torna-se claro que existe uma dificuldade em escolher e adaptar os recursos aos objetivos pretendidos. A utilização destes recursos pressupõe um dispêndio de tempo na busca e seleção destes até o professor encontrar aquele que melhor se enquadra nos objetivos da aula, no tipo de alunos, nas condições da escola, etc. Em certas situações, o professor tem mesmo necessidade de adaptar os recursos existentes de forma a conseguir atingir os objetivos pretendidos. Da mesma forma, PB6 apresentou durante a entrevista, esta e outras dificuldades, mais relacionadas com questões didático-pedagógicas:

Então, falando da dificuldade que eu tenho de dar aulas com recursos audiovisuais na escola, esse tipo de curso pelo menos de informática eu procuro bastante, tenho mais que uma dezena de sites que tem esse tipo de recurso lá, eu olho eu acho interessante, mas eu não chego a preparar a aula, eu olho só, acho aquilo bacana. Eu simplesmente guardo o site lá e pronto. Eu não sei...sabia como preparar uma aula, me faltava todo esse embasamento teórico, me faltava perceber como esses recursos podem fazer a diferença na aprendizagem. Eu sempre usei imagem estática dos livros e modelos concretos que toda a escola tem, mas só isso. Eu mostrava a imagem e pronto, nem me questionava...mas agora tem um monte de recursos visuais diferentes, como escolher o melhor, como usá-lo na aula? Deu pra ver que não é intuitivo. Até agora eu não usei, mas acho que vou usar sim .(Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo D, maio, 2011)

Mais uma vez, podemos constatar através desta intervenção que os professores têm acesso a formação técnica para usar estes recursos, através de cursos de informática, mas sem uma formação de caráter mais pedagógico torna-se difícil para o professor encontrar uma motivação e confiança para alterar as suas práticas. Este precisa explorar estes recursos e sentir as mudanças na aprendizagem dos seus alunos, estando sozinho, muitas vezes, não consegue evoluir nas suas prática.

7.2 CASO DE PORTUGAL

Tal como no Caso do Brasil, em relação à primeira questão de pesquisa em que se procurava conhecer as possíveis mudanças que ocorreram nas concepções dos professores envolvidos neste estudo acerca das visualizações, identificaram-se e categorizaram-se os argumentos expressos pelos professores, tal como evidenciado na metodologia, em dois momentos, antes da formação e após a formação. Para descrever os resultados, ao longo deste

subcapítulo são apresentados vários extratos dos registros escritos e das transcrições efetuadas.

7.2.1 Mudanças nas concepções dos professores acerca do uso de visualizações

Noção de visualização

No que diz respeito à noção de visualização, a maioria das referências iniciais foram “recursos visuais”, “ projecção de filmes, power points...” ou “ferramentas”, apenas quatro professores mencionaram algo relacionado com o verbo visualizar, ou seja, atribuir significado a qualquer coisa, tal como, “interagir com imagens”. À semelhança do caso do Brasil, podemos constatar que a maioria destes professores não relacionou o termo visualização com a capacidade de elaborar mentalmente um modelo, o que significa que estes apresentam uma noção incompleta do papel destes recursos na aprendizagem. Este fato advém, tal como no caso do Brasil, da falta de discussão acerca da natureza e do papel destes recursos na aprendizagem, nomeadamente na formação inicial e em cursos de formação continuada. No caso de Portugal, um professor, (PP10), admitiu no questionário ter abordado este tema durante a sua formação inicial, todavia ao responder ao questionário limitou-se a relacionar visualização com recurso: “Permite visualizar um conteúdo sem ter que realizar na prática, ou recorrendo simplesmente ao manual escolar”.

Após o curso continuamos a ter um número maior de professores que associam o termo “visualização” a recurso. No entanto, verificámos que alguns, embora não de uma forma muito explícita, ou seja, não sendo capazes de verbalizar, transmitiram a ideia de perceberem que pode estar associado outro significado para esta palavra. Por exemplo, PP1, PP2 e PP11 continuam a não expressar verbalmente qualquer relação com o ato de atribuir significado a uma representação externa ou interna, o que constitui para vários pesquisadores uma aprendizagem.

Pesquisadora: E visualização?

PP1: Visualização é algo... que remete para recurso visual... pois visualizamos um vídeo, visualizamos um filme, visualizamos um modelo...

PP 2: Pois visualizar qualquer coisa...

PP11: Tem a ver com ver...ver, eu não sei explicar sinceramente o que é visualização. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D e E, maio, 2012)

No entanto, no caso de PP14 e PP12, durante a entrevista final, já podemos observar uma ligação com atribuição de um significado e construção de uma representação interna (imagem mental), embora se perceba certa insegurança, traduzida nas hesitações dos professores acerca de algo que foi discutido durante a formação.

Pesquisadora: E visualização? O que é para vocês visualização?

PP12: Tudo o que ajude [risos], não decorei o conceito [risos]... tudo o que ajude a compreender conceitos...

PP14: (Uma Visualização) Ajuda-te a compreender determinados modelos, mas com uma parte visual, no fundo tendo uma parte mais visual, quando eu digo o modelo atômico é assim e assim, depois nós vamos à imagem mental.

PP12: Sim, mas é um pouco mais complexo, por exemplo, os cegos também têm modelos e não veem.

PP14: Mas têm uma imagem mental.

PP12: Sim, por isso também temos essa visualização mais... [risos], sei lá... pessoal. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, maio, 2012)

Nestas intervenções, PP12 tentou recuperar o que foi discutido na formação quando refere “não decorei o conceito”, dando ênfase à noção de visualização como construção de uma representação interna que o professor denomina de “visualização mais..., sei lá pessoal”. PP14 estabeleceu a ligação entre a visualização externa e a consequente construção de uma imagem mental quando o indivíduo consegue atribuir algum significado. Da mesma forma, PP9 apresentou, na entrevista, uma relação com o ato de atuar mentalmente sobre uma representação externa, no sentido de lhe atribuir um significado, fazendo com que passe pertencer a uma rede de conceitos adquiridos previamente. No entanto, PP8 continuou a relacionar com recursos visuais:

Pesquisadora – E visualização? O que diriam hoje?

PP 8 – É o transmitir algo através da linguagem visual, é uma imagem visual que é captada pela nossa retina, isso é uma visualização que depois pode ou não ser... adaptada ao que queremos, isso é outra coisa, pode ser multimédia ou não. Podem ser simulações, animações, etc.

PP 9– Para mim, a visualização é uma coisa mais pessoal, mais interior.

PP 8 – Como?

PP 9- Sim, eu costumo dizer isto aos alunos:- Há determinados conceitos na física e na química que vocês têm de ver isto na vossa cabeça. Para mim, visualização é isto. Eu posso desenhar no quadro, eu posso mostrar vídeos, simulações, etc., mas se ele não entender, não fazer uma imagem mental...[...]. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

Neste trecho da entrevista do Grupo C, encontramos um professor (PP8) que nitidamente ainda vê a visualização como apenas um recurso para “transmitir algo” e outro

professor que já pensa na visualização como uma capacidade essencial à aprendizagem. Na Tabela 7.8 apresentamos as principais diferenças detectadas na noção de visualização antes e após o curso de formação.

Tabela 7.8 – Noção de visualização antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Noção de Visualização	Associada principalmente a ferramenta visual/recurso	Associada ainda principalmente a ferramenta visual/recurso com alguns professores a reconhecerem a existência de visualizações internas
Natureza		

Capacidades de visualização

Diretamente relacionada com a aprendizagem através destes recursos e, de acordo com os referenciais da psicologia cognitiva, está a capacidade dos alunos conseguirem construir uma representação interna coerente ancorada em conhecimentos prévios. No questionário prévio a maioria dos professores, ou não respondeu, ou referiu-se a estas capacidades de visualização de uma forma muito superficial, sendo a resposta mais comum entender ou compreender uma imagem, ou seja, ser capaz de perceber a informação sem, no entanto, relacionarem com a necessidade da reelaboração mental desta informação para darem resposta a alguns problemas/fenômenos das ciências. Quatro professores não responderam e apenas um professor PP14 relacionou com a construção de modelos mentais, mencionando: “Capacidade de ser capaz de conceber representações mentais de diferentes situações, coisas ou processos”.

Durante a entrevista final, os professores foram de novo questionados sobre este conceito tendo alguns professores mostrado alguma evolução nesta área, mas ténue. A maioria manifestou dificuldades em verbalizar e quando isso acontecia era de uma forma insegura. Por exemplo, o grupo D mencionou na entrevista:

Pesquisadora: E capacidades de visualização?

PP 3: Capacidade tem a ver com o ser humano ter capacidade de isto ou de aquilo nós temos capacidade de visualizar alguma coisa.

PP 2: Ou a capacidade de perceber e analisar aquilo que estamos a ver, porque olhar por olhar.

PP1: Pois, exato é diferente ver e visualizar, não é? É essa a capacidade, competência que se adquire pela visualização. Pois...acho que não prestamos

muita atenção [risos]. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, maio, 2012)

Como podemos verificar a partir deste trecho da entrevista, os professores refletiram em conjunto sobre este tópico discutido na literatura e abordado durante o curso, oscilando entre a capacidade de ver algo e interpretar algo. Do nosso ponto de vista, a discussão no curso não foi suficiente para permitir aos professores uma noção maior da importância destas capacidades na aprendizagem. Este fato é admitido por PP1 quando referiu “Pois...acho que não prestamos muita atenção”, ao verificar a insegurança com que abordaram este tópico. Da mesma forma, PP11 referiu:

Pesquisadora – Ok! E capacidades de visualização?

PP11: [Pausa] Eu agora estava a pensar nas aulas de química orgânica [risos] quando era preciso ver no espaço determinadas moléculas, essa capacidade... isso foi sempre uma dificuldade que eu tinha, daí a importância das visualizações, das simulações e das animações que facilitam nesse sentido, senão não conseguia... [risos] visualizar. Acho que não sei... pelo menos é isso é isso que me vem à cabeça. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo E, maio, 2012)

Apesar de alguma hesitação, este professor consegue, através de uma exemplificação, verbalizar uma situação em que estas capacidades se tornam vitais para a aprendizagem e resolução de problemas na Química. Porém, a forma como o professor responde revela ausência de reflexão nesta temática, o que contribui a nosso ver para uma noção incompleta do papel dos recursos visuais na aprendizagem. Também no Grupo B foi visível alguma hesitação e insegurança na entrevista, com um professor a revelar que não consegue chegar a uma conclusão sobre o assunto, e outros dois a oscilarem entre manter a atenção e algo relacionado a ver, visualizar. Mais uma vez revelaram respostas pouco claras e incompletas nesta temática:

Pesquisadora: E capacidades de visualização?

PP4: Será capacidade de prestar mais atenção, de captar?

PP5: Eu acho que é uma capacidade mais ao nível cognitivo, acho que há pessoas que têm mais essa capacidade de captar essa... ter a noção de visualização, ver... ou visualizar mais facilmente do que outras. E às vezes o próprio modelo que for selecionado pode chegar mais perto desse objetivo...

PP6: Não tenho a menor ideia do que seja. Eu acho que... penso que deve ser a capacidade que a gente tem de reter alguma coisa, alguma informação, não sei, poderia ficar aqui a divagar o resto do tempo [risos]. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, maio, 2012)

No entanto, por exemplo, no grupo C e no Grupo A encontramos algumas respostas mais seguras sobre este conceito. No Grupo C, e à semelhança do que tinha acontecido com o

conceito de visualização, o PP9, apresentou uma noção mais segura e completa destas capacidades, admitindo já ter lido algo sobre o assunto. Da mesma forma, PP7 conseguiu relacionar com a capacidade de interpretação:

Pesquisadora – E capacidades de visualização?

PP 8 – É a capacidade de interiorizar uma imagem... aquilo lhe é transmitido.

PP 7 – Uma pessoa pode estar perante a mesma ferramenta (visual) e fazer uma interpretação completamente diferente, isso vai depender das suas capacidades de visualização.

PP 9 – Eu acho que é uma coisa que é pessoal.

Pesquisadora – Já agora se desenvolvem ou não?

PP 8, PP 9 – Sim.

PP 9 e PP 10 – Depende do treino.

PP 9 - ... e da diversidade de recursos a que a pessoa tem acesso. Penso também que tem a ver com a capacidade que a pessoa tem de relacionar as coisas de ir integrando as coisas, essas são as verdadeiras capacidades de visualização que podem ser mobilizadas à medida que a pessoa vai aprendendo. Até li um artigo sobre isto que se refere à forma como a internet e as novas tecnologias estão a mudar a forma como as pessoas pensam e a estrutura do pensamento. Há muita informação, o que não quer dizer que haja mais visualização, porque por vezes há um excesso de informação e as pessoas nem sequer conseguem visualizar nada. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

No Grupo A, PP14, embora hesitante inicialmente, à semelhança do questionário prévio, acaba por responder a esta questão relacionando com a capacidade de construção de uma imagem mental em resultado da atribuição de um significado a uma visualização:

PP14: Acho que não sei responder a isso... Capacidade de visualizar eu acho que isso implica um desenvolvimento cognitivo já muito formal e abstrato. Eu penso que os miúdos precisam principalmente na área de físico-química, precisam muito, enquanto, que para a área de biologia eles veem uma célula, na química nunca viram um átomo, começa logo por aí. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, maio, 2012)

Sendo assim, em relação a esta subcategoria encontramos uma evolução nas concepções destes professores. Todavia, alguns professores necessitam de fazer uma reflexão mais profunda desta habilidade considerada essencial para a elaboração de vários conceitos científicos. Na Tabela 7.9, encontra-se um resumo das principais diferenças encontradas nas concepções dos professores sobre capacidades de visualização, antes e após o curso.

Tabela 7.9 – Capacidades de visualização antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Noção de visualização	Compreender ou entender as imagens	Capacidade de criar imagens mentais (maioria dos professores)
Capacidades de visualização	Capacidade de conceber representações mentais (um professor)	Capacidade de criar e manipular imagens mentais (alguns dos professores)

Motivos para o uso

Em relação aos motivo(s) para o uso de visualizações, as respostas são pouco diversificadas, a maioria dos professores relatou inicialmente que os motivo(s) para o uso de visualizações são principalmente para “facilitar a aprendizagem” ou “...melhorar o processo de ensino-aprendizagem”, mas vários professores também mencionaram que é para “...tornar as aulas mais interessantes, mais motivadoras, cativantes”. Um professor relatou que é para ajudar os alunos a visualizarem melhor as situações e para explorar outro tipo de competências. Após o curso, durante a entrevista, a maioria dos professores mencionou que os motivos se mantêm, reafirmando que é para facilitar a aprendizagem dos alunos, por exemplo, PP5 referiu: “Eu acho que em termos de motivos, eu acho que são idênticos, porque o que eu pretendia, o que eu pretendo hoje era aquilo que eu pretendia, melhorar a aprendizagem...” ou PP2: “Não (não mudaram) eu acho que estava já ciente disso eles ficam mais motivados, mais interessados daí conseguirem aprender melhor os significados.” Também PP14 referiu categoricamente que : “Os meus não, os motivos mantêm-se...”. No entanto, também encontramos alguns professores que mencionaram sentir algumas mudanças. Por exemplo, PP8:

É, para mim também (mudaram os motivos). Está mais claro na minha cabeça o papel destes recursos, embora como já disse, eu até já usava bastante, mas foi sempre porque a minha experiência me mostrava que eles eram às vezes essenciais, agora com estas teorias consigo perceber melhor porquê. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

Neste trecho é salientada a importância da discussão das teorias que permitem uma melhor compreensão do papel destes recursos. Da mesma forma, PP7 relatou durante a entrevista que reconhece as vantagens de utilizar visualizações dinâmicas, compreendendo melhor, por exemplo, o papel das simulações, como se pode ver por este trecho:

Sim, mudaram como em qualquer outra formação, há sempre alterações. Por exemplo, em relação às simulações eu não via muito as suas vantagens, acho que agora vou usar mais. Eu usava coisas mais estáticas, agora estou aberta a usar coisas como mais movimento. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

No entanto, nos relatórios diversificam um pouco mais os motivos mencionando, por exemplo, o desenvolvimento de competências, nomeadamente ao nível digital e processual, no caso de ambientes multimídia. Ao terem uma noção mais abrangente do papel dos recursos na aprendizagem, alguns de professores apresentaram modificações nos motivos que tinham antes do curso. Nos casos em que não se verificam alterações, estes mencionaram compreender melhor a razão pela qual detectam melhorias na aprendizagem em situações em que utilizam estes recursos. Na Tabela 7.10 estão sintetizadas as principais alterações observadas nestes professores em relação à subcategoria “Motivos para o uso das visualizações”.

Tabela 7.10 – Motivos para o uso antes e após o curso de formação

Categoria/ Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Uso das visualizações	Facilitar o processo de ensino-aprendizagem	Facilitar o processo de ensino-aprendizagem
	Tornar as aulas mais interessantes, cativantes	Valor educacional, além do aspecto lúdico
Motivos para o uso	Aproximar os alunos de situações concretas	Desenvolvimento de competências
	Visualizar melhor as situações; explorar outras competências (Um professor)	

Potencialidades das visualizações

A partir das respostas ao questionário prévio foram identificadas três principais potencialidades das visualizações: facilitar a aprendizagem, aumentar o interesse e captar a atenção e ilustrar conceitos e visualizar fenômenos. Para a maioria destes professores as visualizações servem para “facilitar a aprendizagem” ou para “promover a aprendizagem científica”, ou, ainda, para “facilitar a abordagem a determinados conteúdos” havendo um professor que mencionou “Para complementar conteúdos lecionados...”. No entanto, por exemplo PP2, escreveu no questionário prévio: “Na maioria da vezes (estes recursos) aumenta

o interesse, pois é mais apelativo para os alunos.”, ou para PP7, “Prende os alunos.” Para a PP5, este recursos permitem: “[...] algo diferente daquilo que o manual oferece. A cor a forma como os conteúdos são mostrados têm particular interesse para os alunos.” E para PP1: “[...]. Ilustrar alguns conteúdos.” Como se pode observar, as potencialidades atribuídas a estes recursos estão muito relacionadas inicialmente com os motivos apresentados no questionário prévio. A partir de evidências da própria prática, os professores percebem que mesmo um simples esquema pode permitir ao aluno a elaboração de significados que a linguagem verbal, por si só, não conseguiria e, este efeito, ainda se torna mais evidente quando recorrem ao uso de visualizações incorporadas em tecnologia. Porém, a falta de discussão destas temáticas durante a sua formação não lhes permite na maioria dos casos, apresentarem uma noção segura das razões subjacentes a estas melhorias na aprendizagem.

Ao analisarmos as sequências didáticas elaboradas pelos grupos e respectivos relatórios, após a ação de formação, verificamos em todos os grupos um aumento significativo das potencialidades atribuídas às visualizações. De uma forma geral, todos os grupos continuam a atribuir a estes recursos a potencialidade de permitir a visualização/ilustração de fenômenos, mas agora referem com maior ênfase a visualização/percepção de modelos e, também, a sua construção. Esta possibilidade não tinha sido referenciada no questionário prévio. Nos documentos escritos destes professores encontramos referências mais alargadas para o papel destes recursos, por exemplo: “construção de conhecimento científico”. Outro grupo menciona que estes recursos permitem “Maior noção/abrangência de conceitos abstratos e espaciais dos modelos/conteúdos a adquirir.”. O Grupo A, referiu, igualmente, no seu relatório que estes recursos:

[...] afetam a aquisição de conhecimento de diferentes modos; não só pelo modo como os sistemas simbólicos representam o conhecimento, mas também pelo papel diferenciado que desempenham nas atividades mentais que desencadeiam e, conseqüentemente, na aprendizagem. (Relatório da aplicação da sequência didática, Grupo A, junho, 2012)

Este grupo, na realidade, destaca-se em relação aos outros, pois apresenta no seu relatório uma profunda reflexão acerca dos processos de aquisição de conhecimento (interação entre atenção e memória). A utilização de canais individuais (visual/pictórico e auditivo/verbal), a existência de capacidade limitada de processamento, a interatividade aparecem como justificativa para a utilização destes recursos e permitem a estes professores perceberem as potencialidades destes recursos na aprendizagem.

Da mesma forma, aparecem referências nos relatórios ao facto de estes recursos permitirem o desenvolvimento de competências preconizadas nos currículos, tais como as processuais e as digitais. Dois grupos utilizaram estes recursos para os alunos simularem vários experimentos relacionados com circuitos elétricos. Encontramos, também, após a formação, uma maior referência à possibilidade que estes recursos têm de envolver mais os alunos devido às características interativas de algumas destas ferramentas, como se pode observar pela intervenção da PP8:

PP 8: Porque selecionamos estes recursos, porque achamos que de fato estes recursos multimédia permitem incentivar o gosto pela física, como enviamos o link do PHET eles visualizavam uma situação do PHET (Banco de recursos multimédia da Universidade do Colorado, EUA) e poderiam investigar autonomamente aquela situação construindo outros circuitos. Também achamos que poderiam despertar os conhecimentos da turma, e estes recursos do BRIP (Banco de Recursos Interativos da Porto Editora, Portugal) foram escolhidos também porque estão bem estruturados ajudam o despertar destes fenômenos, no âmbito da eletricidade. Ajudam realmente os meninos a ter uma concepção mais fácil destes fenômenos. E achamos nós, que aquele último ponto ali, queremos acreditar naquilo, não é! Que também permitem despertar gosto pela internet para fins académicos. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo C, maio de 2012)

Ao aplicarem a sequência didática em sala de aula e tendo a possibilidade de realizar uma investigação na própria prática, os professores tiveram a oportunidade de observar e aprofundar as potencialidades destes recursos, que de outra forma provavelmente não conseguiriam perceber. Este fato aparece bem patente na intervenção de PP1, durante a apresentação da sequência ao grupo em formação, apresentando agora uma série de potencialidades atribuídas a estes recursos que não foram mencionadas previamente :

PP1: Nós escolhemos estes dois recursos, sobre tudo devido as características da turma. Porque lhes permitiam visualizar os esquemas e depois as representações eram interativas com algumas questões no final que eles respondiam e depois lhes permitia também ganhar pontos, o que os motivava. Eram apelativas, eram divertidas, tinham uns bonecos que eles achavam muita graça e pronto tudo isto eram questões que os motivavam que era o nosso objetivo neste tipo de turma. Além disso, também estimula curiosidade, relaciona os temas que são abordados nas aulas com situações do dia-a-dia e depois também permitiam... fazer algumas experiências virtuais laboratoriais. O wiki permitia que ele (aluno)... sistematizasse a informação. Permitia também que eles interagissem com o professor... interagissem com os colegas, permitia-lhes ir ver as opiniões dos outros, também o que os outros tinham achado. Dava alguma motivação, e também permitia desenvolver algum rigor na linguagem científica e também na língua materna. Também permitia escreverem melhor, como estavam a escrever uma coisa pública, toda a gente podia ver, podia-os levar a criticar,

e por isso, estavam com vontade de escrever bem. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo D, maio, 2012)

O Grupo A apresenta, a partir da análise da sua investigação em sala de aula, que estes recursos permitem a concretização de conceitos abstratos e a possibilidade de os alunos poderem fazer uma autorregulação dos seus conhecimentos. Outro grupo, também, refere que estes recursos permitem relacionar os conteúdos das aulas com o cotidiano e, simultaneamente, o Grupo C menciona que estes recursos, também, possibilitam que os alunos verifiquem que a escola avança com a tecnologia fazendo uma ponte com a realidade dos alunos. Da mesma forma, um dos grupos refere que estes recursos permitem aos alunos desenvolver uma ideia mais adequada do que é conhecimento científico e como este é construído, como podemos ver nesta trecho da comunicação oral para do Grupo B:

PP6: Mais competências eles desenvolvem, eles desenvolvem competências atitudinais, desenvolvem mais competências de raciocínio, processuais. Acabam por perceber um bocadinho melhor como é que se faz a ciência. Essas coisas eles desenvolvem, mas também desenvolvem no trabalho laboratorial. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, maio, 2012)

Nesta intervenção, e à semelhança de outras, a professor apresentou um conjunto mais específico de potencialidades destes recursos, como o desenvolvimento de competências e a possibilidade de o aluno aprender não só ciência, mas também a saber, fazer ciência. Esta possibilidade está dependente da abordagem e estratégia escolhida pelo professor, como abordado anteriormente, porém o reconhecimento desta potencialidade é o primeiro passo no sentido do professor escolher a metodologia adequada a este objetivo. Na Tabela 7.11 encontra-se uma síntese das potencialidades destes recursos assinaladas pelos professores antes e após a formação.

Tabela 7.11 – Potencialidades dos recursos antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Uso das visualizações	Facilitar a aprendizagem	Permitem simular experimentos laboratoriais
	Aumentam o interesse e captam a atenção	Permitem a construção e visualização de modelos
Potencialidades	Ilustrar conceitos; Visualizar fenômenos	Permitem aos alunos desenvolver uma ideia adequada do que é o conhecimento científico
		Permitem interatividade dos alunos
		Relacionar os conteúdos das aulas com o cotidiano e com a tecnologia

CrITÉRIOS para o uso

No(s) critério(s) para a escolha de visualizações, inicialmente as respostas são bem diversificadas. No entanto, as mais comuns são: o de estarem relacionadas com o conteúdo a estudar e/ou serem apelativas e tornarem conteúdo a ensinar mais motivante. Estes critérios estão bem claros na resposta da PP8 ao questionário: “Sim. Estarem diretamente relacionadas com os conteúdos e serem apelativas graficamente.”, ou simplesmente, como mencionou PP1: “Quando considero pertinente.”. Alguns professores também mencionaram que escolhem os recursos de acordo com os conteúdos e objetivos da aprendizagem sem, no entanto, especificarem em concreto a relação entre um recurso e determinado objetivo. Outro critério é o da disponibilidade, ou seja, de acordo com as visualizações disponíveis para o tema, no entanto, alguns professores mencionam critérios mais específicos. Um professor disse que a escolha é feita de acordo com a faixa etária dos alunos e com o comportamento geral da turma, outro professor mencionou a simplicidade do recurso, e ainda, o seu grau de interatividade para que os alunos possam construir o seu próprio conhecimento. Temos, também, um professor que referiu a correção científica, a clareza da linguagem e não existência de “acessórios” como critérios usados para a escolha deste recursos. Após o curso aparecem outras referências mais dentro do campo da psicologia cognitiva discutidas na formação. É nesta subcategoria que encontramos, no caso de Portugal, uma maior ênfase nas alterações às concepções acerca destes recursos. Todos os professores que participaram neste

estudo, manifestam claramente uma alteração de critérios. Como já mencionado anteriormente, o fato de perceberem melhor o impacto destes recursos na construção de conhecimento, implica um maior cuidado na sua escolha. Por exemplo, PP11 na entrevista, mencionou:

PP11: Sim os critérios mudaram, não podem ter erros científicos, os recursos têm de ser algo fácil para eles, não pode ser muito complicado e que eles não se dispersem muito.

Pesquisadora: E por que é que pensa isto?

P11: Porque se o recurso não for adequado ao nível dos alunos eles às tantas dispersam-se, e o objetivo que eu tinha em mente para determinado recurso depois não é atingido. Às tantas acho que se perde... sei lá eles podem lá estar muito divertidos... a trabalhar com determinado recurso, mas aquilo que eu queria que eles aprendessem, eles não atingem. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo E, maio, 2012)

Como se pode verificar através deste trecho, aparece a noção que a utilização destes pode não conduzir à aprendizagem e que a escolha do recurso adequado se revela de grande importância. Este será um dos primeiros papéis do professor, a seleção do recurso que como podemos analisar ao longo deste trabalho deve obedecer a critérios de natureza diversa. Na entrevista o Grupo C menciona:

PP9: Eu acho que os critérios agora são mais apertados, eu penso mais em termos de interpretação de imagem... certas coisas, como demasiada informação como vimos lá no curso naquela animação sobre o DNA. Acho que daqui para a frente teremos mais cuidado na seleção, estaremos atentos as outras coisas que eu não estava até agora.”

PP8: Ver se as coisas não são confusas da perspectiva deles...

PP9: Ou, então decide-se vamos usar, mas já com o cuidado de explicar um série de coisas previamente, ou então desistimos mesmo e não usamos. E se usamos temos de ir chamando a atenção para determinados pontos. Foi muito bom aqueles princípios multimédia, o ir sinalizando, orientando, direcionando. Por exemplo, o som é muito bom... eles ficam mais atentos.

PP8: Por exemplo, agora estou mais atenta à faixa etária... não escolher coisas nem demasiado lúdicas nem muito chatas... tentar escolher coisas que não vão dispersar muito a atenção, mas também não podem ser muito retro, lembram-se, por exemplo, dos documentários da Carl Sagan. O homem é um excelente comunicador, mas aqueles cenários para os miúdos mais novos... já os do 12º, já não ligam tanto a isso. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

Para PP9 e para PP8, o curso alertou-os para o significado que os alunos dão aos recursos visuais, nomeadamente em termos complexidade da imagem que pode causar sobrecarga cognitiva. Este contributo da psicologia cognitiva, para compreender a forma como processamos informação e os possíveis obstáculos que podem surgir devido ao recurso

não estar alinhado com a mente humana, aparece com frequência nas respostas dos professores. Da mesma forma, a discussão prévia das convenções utilizadas ou de outros pré-requisitos necessários à interpretação dos recursos visuais aparece como fatores que determinarão a escolha, ou não, destes recursos. Neste trecho, também, aparecem a faixa etária e o efeito lúdico como critérios a ter em conta no momento da escolha destes recursos, nomeadamente os multimídia. A discussão destas teorias e a exploração de vários recursos pelos professores permitiu-lhes sentir estas dificuldades e refletir sobre estas questões. Da mesma forma, no Grupo A, durante a entrevista os professores mencionaram:

Pesquisadora: Estão mais criteriosos, e se estão, que critérios? Conseguem-me especificar?

PP 14: A quantidade de informação que disponibiliza, a carga cognitiva...

PP 12: Se é muito lúdico..., tentar adaptar ao nível etário, para não desviar do objetivo principal... (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, maio, 2012)

Na intervenção anterior, podemos observar a referida preocupação com a carga cognitiva do recurso e, igualmente, a preocupação de que o efeito lúdico que estes recursos têm acabe por não permitir uma aprendizagem em termos conceituais. Também no Grupo D, os professores demonstraram ter usado outros critérios para além daqueles que tinham inicialmente apresentado, tal como, se pode ver por este pequeno excerto da entrevista:

Pesquisadora: Quais são os critérios hoje?

PP 2: É de acordo com o nível etário, é de acordo com o grau de abordagem que nós queremos fazer e também sobretudo ...

PP 1:... que tenha menos erros conceituais, mais estimulante no sentido de os por a pensar...

PP 2: ... sim para chegarem mais de pressa àquilo que nós queremos. Se calhar antes usávamos outra simulação que acabava por dispersar mais e que tem este aspecto negativo. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, maio, 2012)

Neste último trecho, os professores referiram diretamente que querem algo que os ponha “a pensar” e que os estimule no sentido de construírem o seu próprio conhecimento. Por conseguinte, nota-se um desenvolvimento dos critérios para a seleção destes recursos que acreditamos poderem levar a um desenvolvimento na aprendizagem dos alunos. Na Tabela 7.12 estão sintetizadas as principais alterações observadas nestes professores em relação à subcategoria “Critérios usados na escolha”.

Tabela 7.12 – Critérios usados na escolha antes e após o curso de formação

Categoria/ Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Uso das visualizações	Estar relacionado com o conteúdo a ensinar (maioria das respostas)	Complexidade do recurso
	Recursos que tornem o conteúdo a ensinar mais apelativo e motivante	Algo simples sem demasiada informação e de acordo com os conceitos científicos
	Disponibilidade dos recursos	De acordo com os princípios da carga cognitiva
		Faixa etária
Critérios usados na escolha	De acordo com o conteúdo e objetivos da aprendizagem	

Noção de modelo

Em relação à noção de modelo, apresentamos na Tabela 7.13 as respostas obtidas para as sete questões relacionadas com esta noção, obtidas na segunda parte do questionário prévio. Para cada aspecto da noção de modelo (natureza, uso, entidades, existência única, estabilidade, validade e predição) os professores tinham à sua disposição várias opções de resposta. Na Tabela 7.13 apresentamos os aspectos e as respectivas opções dos professores.

Tabela 7.13 – Opções dos professores por aspectos da noção de modelo

Aspectos	Opções de resposta	Opções dos professores por aspecto
Natureza		
Um modelo é:	a) Reprodução de algo.	P3;P4;P5;P8;P9; P10;P12
	b) Representação parcial de algo.	P7;P9;P13;P14
	c) Representação total de algo.	P1;P2;
	d) Imagem mental.	P4; P5;P6; P7;P9 P10; P11
Papel na ciência		
Um modelo serve como:	a) Padrão ou referência a ser seguido.	P4; ;P8
	b) Visualização, permitindo a uma pessoa “ver” um fenómeno.	P2;P6;P9; P10;P11;P13
	c) Forma de suportar a criatividade, imaginar novos contextos e a criação de novas ideias.	P5; P7;P9
	d) Forma de compreender ou explicar algo.	P1;P3;P4;P5;P6;P9; P10;P12;P14
Entidades		
As entidades que constituem um modelo são:	a) Objetos	P1;P2;P3;P4;P5;P7;P9 ;P10;P12
	b) Eventos	P8
	c) Processos	P8;P13
	d) Ideias	P4; P5; P7;P11;P14
Tipo de Existência		
Um dado modelo é:	a) O único “correto” para um fenómeno em particular	P14
	b) Um modelo de entre os possíveis para um fenómeno em particular	P1;P2;P3;P6; P7;P9; P10;P12;P13
	c) Um modelo de entre os possíveis dentro de uma sequência histórica	P4; P5; P8; P9;P11
Estabilidade		
Um modelo ao longo do tempo:	a) Não pode ser alterado	
	b) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua natureza	P1;P2;P6; P7;P8;P13
	c) Pode ser alterado quando surgirem problemas com o seu uso	P6;P9;P12
	d) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua função explicativa	P3;P4; P5;P6; P7;P9; P10;P11;P14
Validade		
A validade de um modelo científico é dada por:	a) A pessoa que o construiu	P12
	b) Um grupo na sociedade	P3;P6
	c) Uma comunidade de cientistas	P1;P2;P4;P5;P6;P7;P8;P9;P10;P11;P13; P14
Predição		
Em termos preditivos:	a) Os modelos não podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P12, P14
	b) Os modelos podem ou não ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P3;P4; P5;P6; P7;P9;P13
	c) Os modelos podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades	P1;P2;P8;P11

No que diz respeito à noção de modelo podemos observar a partir das respostas dadas a este questionário que este conjunto de professores portugueses, da mesma forma, que os

professores brasileiros apresentaram uma noção incompleta de modelo científico. No aspecto *Natureza* encontramos um número muito elevado de professores que considera o modelo científico como uma reprodução parcial de algo, mas simultaneamente, também, observamos um número elevado de professores que considera a existência de modelos mentais. Em relação ao *Papel na ciência*, neste aspecto as respostas são mais uniformes, sendo que para a maioria destes professores os modelos, servem sobretudo para compreender ou explicar algo.

No aspecto *Entidades* constatamos que a maioria das respostas incide na categoria a) objetos e na categoria d) ideias. Em relação ao *Tipo de Existência*, os professores optaram majoritariamente pela opção b) (Um modelo de entre os possíveis para um fenômeno em particular), existindo, no entanto, cinco professores que relacionaram os modelos a uma construção histórica da ciência. No aspecto *Estabilidade*, estes professores em concordância com as respostas anteriores, consideraram que o modelo deve ser alterado quando existirem problemas na função que eles mais relevam para os modelos, que é a função explicativa. Em relação à *Validade*, a grande maioria dos professores considerou que esta deve ser dada por uma comunidade de cientistas. No aspecto *Predição*, encontramos bastante insegurança por parte dos professores, a opção majoritária pela opção b), revela que estes não estão a nosso ver muito conscientes da função preditiva que os modelos podem ter na ciência, em concordância com respostas anteriores. Durante a formação, foi dedicada uma sessão para abordar esta questão do modelo científico, como se pode constatar a partir das notas de campo da pesquisadora:

[...] Em relação aos conceitos discutidos, nomeadamente o papel dos modelos na ciência, alguns professores mencionam que se recordam de terem discutido isto na sua formação inicial, mas admitem que nem sempre isto está presente nas suas aulas. Durante a formação envolvem-se em uma discussão em relação às questões epistemológicas da ciência, uma vez que um dos professores revela não concordar com a ideia de que todo o conhecimento científico é questionável, notando-se uma forte influência das filosofias positivistas, sendo contestado praticamente por todos os restantes colegas. A maioria manifesta agrado em visitar estes conceitos e procuram envolver-se na tarefa prática que lhes permitia comparar dois modelos do átomo de Bohr, analisando vários aspectos como, por exemplo, as limitações e o alcance de cada um, dificuldades dos alunos, etc. (2ª sessão, março de 2012).

Como se pode constatar, após uma breve reflexão sobre algo supostamente analisado durante a formação inicial, os professores admitem que nem sempre introduzem os modelos

como representações simplificadas de um fenômeno produzidos com um determinado propósito. A falta de uma reflexão nas suas práticas e/ou a ausência de uma formação continuada nesta área pode contribuir para este fato. Após o curso, durante a entrevista final, os professores voltaram a ser questionados diretamente sobre a noção de modelo. Nestas respostas encontramos alguns professores que nitidamente apresentam uma melhor compreensão da natureza e do papel de modelo científico como, por exemplo, PP12:

É algo que a determinada altura responde a uma questão que está em causa, o modelo não é o certo, serve para explicar determinadas coisas, cada um tem as suas limitações... mas que ajuda-nos a nós ficarmos mais confortáveis. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, maio, 2012)

Nesta resposta, este professor ao contrário do questionário inicial já não se referiu ao modelo como reprodução de algo, ou PP2, que já não apresenta o modelo como representação total de algo: “Penso que é uma representação, é uma representação, acho que pode ser algo de físico ou pode ser através de uma simulação, mas é sempre a representação de algo”. Neste momento pós-formação os professores mencionam, majoritariamente, aspectos da noção de modelo relacionados com a sua natureza e o seu papel na ciência. Também PP14 apresentou uma noção muito segura sobre modelo, já evidenciada no questionário prévio, atribuindo no final do curso um papel preditivo que não tinha admitido no questionário prévio:

PP14: Isso é muito complicado de dizer assim... é uma representação que nós temos, pode ser mental que nos ajuda a perceber como funciona a realidade, eu não consigo definir bem o que é o modelo, no fundo é uma representação que me ajuda a definir como funcionam as coisas realmente para poder no fundo prever e controlar o que eu quero, o que nós queremos prever e controlar. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, maio, 2012)

Apesar destas referências, ainda, encontramos alguns professores que apresentam dificuldades em verbalizar a noção de modelo ou, ainda, tendem a ver o modelo científico, somente, como representações externas de algo, ou seja, referindo-se apenas à sua natureza. Por exemplo, PP11: “Uma maneira de representar entidades...”, ou PP6: “Um modelo acho que é uma visualização estática, em que se pretende criar uma imagem, eu sei lá...” Também PP3 demonstrou dificuldades em verbalizar o que é um modelo e referiu de uma forma incompleta: “Pode ser a visualização de uma situação real pode ser... [risos]”. PP5 e PP 4 do Grupo B, relataram a sua noção de modelo, neste trecho:

PP5: Eu acho que modelo pode ser algo estático ou dinâmico. Se nós partirmos para uma imagem, um modelo pode não ser só uma tabela ou um esquema, pode ser algo com mobilidade que permita ver de vários ângulos, caso das moléculas etc. E pode ser algo que a pessoa imagina ou faz de algum conceito. Por exemplo, quando alguém me fala de algo que eu nunca vi e me tenta explicar, eu mentalmente tento imaginar como aquilo é, isso é o meu modelo. É como falarem-me num E.T., eu posso imaginar com umas orelhinhas, que tem num sei o quê, que é verde e amarelo, mas isso é um modelo, nunca vi nenhum. Por isso modelo é aquilo que nós podemos, ficamos, imaginamos a partir daquilo que visualizamos ou nos descrevem... para mim pode não ser uma coisa estática, que pode ser dinâmica...

PP4: Modelo, pode ser um boneco, pode ser um esquema, mas pode ser também uma imagem, pode ser mental. Pode ser uma visualização e pode ser a imagem mental que nós ficamos desse... esquema, desse boneco... pelo menos foi essa a ideia com que fiquei. Pode ser muita coisa. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, maio, 2012)

Nestas respostas encontramos, mais uma vez, uma série de referências relacionadas com a natureza dos modelos (ênfatisando neste caso o modelo mental), o seu papel, neste caso de visualização de um fenómeno, mas omitindo qualquer referência à sua estabilidade, validade, ou outros papéis que um modelo pode desempenhar, nomeadamente como forma de suportar a criatividade e de testar e prever comportamentos. Durante a entrevista do Grupo C, também, podemos encontrar uma diversidade de respostas, algumas contendo, inclusivamente, contradições:

Pesquisadora – Se vos perguntar hoje o que pensam sobre modelo científico o que diriam?

PP10 – Modelo é uma representação de um conteúdo que tu queres transmitir a um aluno, é uma representação.

PP7 – É uma representação, é algo que eu quero que o aluno capte... uma representação esquemática de uma ideia que eu quero que o aluno capte... que ele interiorize.

PP9- De uma forma muito genérica é uma tentativa de representar o real, uma tentativa de adequar a situação que pode ser alterado, é uma tentativa de representar algo que é real, simplificando sempre, que pode ser ajustado à situação, ao tempo.

PP8 – É uma representação de uma teoria que nós consideramos válida, mas que se pode alterar, e fazer os tais ajustes para se adaptar a várias situações, sei lá... idade dos alunos, objetivo da aprendizagem... uma réplica ajustada. Algo que nós generalizamos e consideramos como modelo. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

Como podemos observar através das respostas anteriores, em relação à natureza, estes professores consideraram o modelo científico como uma representação. No entanto, PP8 considerou, igualmente, que pode ser uma “réplica ajustada”. A utilização da palavra réplica

denota uma tendência que muitas vezes os professores têm, para introduzir, mesmo que inconscientemente, estas representações como cópias da realidade. Em relação ao papel dos modelos, PP10, referiu que serve para transmitir um conteúdo, ou para o aluno captar (PP7). Em termos de identidades que o modelo pode conter, as respostas são diversas: para PP10, é um conteúdo, para PP7 é “algo”, sem especificar o quê, para PP8 é uma teoria, e para PP9 é o “real”. Neste último caso, o professor, ao limitar os modelos a representações do real não se dá conta que está a excluir representações como, por exemplo, de orbitais na teoria quântica, obtidas através de equações matemáticas e cuja existência real é fortemente discutida na comunidade científica. Esta ausência de respostas seguras e completas neste tópico revela que é necessária uma maior reflexão acerca deste produto e ferramenta da ciência de modo a que os professores os introduzam nas suas práticas sem levarem à construção de conceitos errôneos. Porém, temos de salientar que durante as apresentações das sequências didáticas, relatórios e durante as aulas observadas, os professores manifestaram o cuidado de introduzirem os modelos como representações parciais de algo, baseados em alguma teoria. Na Tabela 7.14 apresentamos as principais diferenças detectadas na noção de modelo antes e após o curso de formação.

Tabela 7.14 – Noção de modelo antes e após o curso de formação

Categoria e/ou Subcategoria	Antes do curso de formação continuada	Após o curso de formação continuada
Noção de modelo	Reprodução de algo e imagem mental;	Representação parcial e limitada de algo baseada em uma teoria e imagem mental
	Uma de forma explicar ou compreender algo;	Uma de forma explicar ou compreender algo;
	Contêm, sobretudo objetos, mas também ideias	As entidades são objetos e ideias
	Um dado modelo é um entre os possíveis para um fenómeno em particular;	
	Um modelo pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua função explicativa	Ainda dão pouca importância à função preditiva dos modelos
	Um modelo pode ou não ser usado para prever comportamentos ou propriedades	

7.2.2 Abordagens pedagógicas utilizadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula

À semelhança do caso do Brasil iremos dedicar este ponto do trabalho a analisar as abordagens pedagógicas e respectivas estratégias utilizadas nas sequências didáticas elaboradas pelos professores em formação no caso de Portugal. Serão utilizados os relatórios de aplicação das sequências didáticas (TLS), as apresentações em Power Point e os registos das comunicações orais de quatro grupos, designados por Grupo A, B, C, D e E. Sendo assim, apresentaremos sucessivamente o(s) grupo(s) que apresentaram uma abordagem de carácter mais tradicional, uma abordagem construtivista e por fim o(s) que apresentou(aram) uma abordagem mista. Neste caso todos os grupos aplicaram a sequência em sala e se envolveram em uma investigação na própria prática.

Abordagem tradicional

O Grupo C optou por desenvolver uma sequência didática para abordar vários conceitos relacionados com o tema “Eletricidade”, que contemplava duas aulas de 90 minutos. O grupo apresenta uma descrição detalhada dos momentos da sequência, assim como dos recursos utilizados. Em relação aos objetivos e competências a desenvolver apresentamos de seguida um extrato do Power Point da comunicação oral, para cada aula:

Aula 1 – Objetivos/competências

Compreender o que é a eletricidade;
Identificar os principais componentes de um circuito e o seu modo de funcionamento;
Interpretar a constituição e a representação esquemática de circuitos elétricos;
Reconhecer os símbolos utilizados e associá-los aos respectivos componentes;
Identificar circuitos em série e em paralelo.

Aula 2 – Objetivos/competências

Compreender o que é a corrente elétrica;
Distinguir entre corrente contínua e alternada;
Compreender o que é e como se mede a diferença de potencial;
Identificar os múltiplos e submúltiplos do volt;
Identificar relações entre a diferença de potencial medida em diferentes pontos de circuitos em série e circuitos em paralelo. (Power Point da comunicação oral, Grupo C, maio, 2012)

Através desta lista de competências podemos verificar que este grupo coloca a ênfase no papel do aluno em compreender, identificar, distinguir e reconhecer conceitos. De acordo,

com o mencionado no capítulo 6 e no relatório da sequência didática apresentado no anexo C, a primeira aula começa com uma breve introdução oral do professor complementada pela exibição de um vídeo em que são apresentadas as principais fontes de energia usadas para produzir energia elétrica. Segue-se um breve debate sobre: O que é a eletricidade e de onde vem?; a importância da eletricidade no dia-a-dia; e imaginar a nossa vida sem eletricidade. A segunda parte desta aula será utilizada para a introdução dos conceitos pelo professor relacionados com o tema a lecionar. Esta introdução é auxiliada pelo uso de um banco de recursos digitais disponibilizado por uma editora de manuais escolares (BRIP). Esta aula termina com os alunos a fazerem uma aplicação dos conceitos abordados, utilizando alguns exercícios interativos disponíveis no BRIP. Ao analisar esta primeira aula e os objetivos/competências mencionadas pelo grupo encontramos muitas características de um ensino por transmissão de conhecimentos. Apesar de o professor promover algum debate e os recursos permitirem alguma interatividade, o papel do aluno está praticamente limitado a ouvir o professor. Os conceitos são apresentados de uma forma inovadora, valorizada pelos recursos digitais, mas na maior parte do tempo há uma transmissão/exposição de informação, ora pelo professor, ora pelos recursos multimídia. Nalguns momentos o professor tenta fazer conexões com conteúdos já estudados em anos anteriores e pontualmente coloca uma ou outra questão para reflexão. A partir deste extrato das notas de campo da pesquisadora podemos verificar estes fatos:

[...] Os alunos interagem pouco, normalmente só o fazem quando são solicitados a responder a questões levantadas pelo professor, embora pareçam atentos e concentrados na aula. A turma acompanha a exposição do professor auxiliada pelos recursos visuais. (Notas de campo, aula observada, Grupo C, abril, 2012)

A segunda aula começa com a correção do trabalho de casa, seguindo-se uma introdução de conceitos pelo professor com a duração de cerca de 50 minutos, mais uma vez, com o auxílio dos recursos visuais disponibilizados no BRIP e do manual da disciplina. Para finalizar a aula, o professor propõe a resolução de exercícios do BRIP (exercícios digitais e interativos) e do manual do aluno para aplicação dos conceitos abordados. Durante a comunicação oral PP9 e PP8, fazem uma descrição detalhada das duas aulas, da qual deixamos aqui um trecho:

PP 9: [...] De seguida foram introduzidos os conceitos, nomeadamente o que é um circuito elétrico, para isso começamos por usar um banco de recursos que explica os conceitos, portanto, aqui clicando ouve-se uma explicação. [ouvir multimídia]. Aqui explica o que são fontes de energia, receptores de

energia, materiais condutores. Aqui deixou-se os alunos participarem, e... Nomeadamente, eles perguntaram o que é uma bateria, o que é um dínamo e foi-se respondendo de forma simples as essas questões, chamando à atenção para o fato, de que mais tarde se iria abordar em detalhe todas estas questões. Também aqui usamos este...[o professor abre recurso multimédia]. Este serve para ver o sentido da corrente elétrica... e depois este aqui... servem para... Portanto tem a fotografia dos componentes e depois clicando aparece o respectivo símbolo. É muito útil de usar porque eles veem a fotografia, o símbolo, a fotografia e o símbolo e vão associando. Também aqui nós usamos este exercício interativo, foi convidado um aluno voluntariamente a ir ao computador. Nós na aula só tínhamos um computador nessa sala, portanto, foi convidado um aluno voluntariamente a ir resolver o exercício, basicamente todos participaram, foram dando sugestões [ouvir multimédia]. Aqui um multimédia, o que foi feito foi passar esta primeira explicação (do recurso multimédia), depois convidar voluntariamente um aluno a vir resolver o exercício na aula... e tendo este miúdo resolvido estes exercícios e os outros participaram dando sugestões portanto eles resolveram estes exercícios com a professora. Isto no final da aula foi pedido aos alunos que resolvessem estes exercícios de forma individual referentes a estes conceitos no manual. Na aula dois,... Portanto na segunda aula foi corrigir o trabalho de casa, trabalho de casa que tinha sido pedido... Alguns dos alunos entregaram o trabalho de casa em folha A4, como estratégia de motivação etc. Foi corrigido na aula o trabalho de casa no sentido de verificar se eles tinham utilizado ou não os conceitos. Nesta segunda aula foi, introduzido os restantes conceitos, portanto, o que é a corrente elétrica contínua, alternada. A diferença, a diferença entre corrente contínua e alternada e diferença de potencial. Foi também... Foram também aplicados recursos deste banco de recursos (BRIP) e foi explorado o manual e em termos de figuras essencialmente para explicação destes conceitos. De seguida os alunos visualizaram este vídeo... também é um vídeo muito simples. Foi também convidado um aluno voluntariamente a ir ao computador... aplicar este... É muito simples é só ir arrastando o circuito clicar no interruptor... penso que é isso clicar no interruptor... ver o sentido da corrente e ir alterando a posição do voltímetro para ver a diferença... a diferença de potencial em cada situação. O outro vídeo que passamos... é este (ver vídeo). Este recurso tem diversas possibilidades, nós iniciamos por este que é uma construção, entretanto, foi enviado o link para os alunos para eles poderem explorar, somente aqueles que têm mais capacidades nestes domínios.

PP 8: Isto é um vídeo de uma simulação do PHET (banco de recursos multimídia da Universidade do Colorado, EUA) se eles no PHET podem montar vários circuitos, neste como é apenas um vídeo só podem montar aquele circuito, e fazer aquela demonstração. Depois podem fazer mais aqueles que querem podem ir ao link.

PP 9: Para finalizar esta segunda aula foi pedido aos alunos que resolvessem os exercícios do manual de forma individual... terminando em casa aqueles que não conseguissem como trabalho de casa. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo C, maio, 2012)

Como se pode observar a partir deste longo excerto, todas as estratégias (repetitivas) estão centradas no professor. Foi ele que selecionou e utilizou os recursos durante a aula (com exceção de alguns exercícios interativos em que foi convidado um aluno). Os “conceitos são introduzidos”, os recursos ajudam a explicar e possibilitam a visualização

por parte dos alunos de alguns dispositivos elétricos, ou a representação de alguns conceitos, como é bem visível em “Aqui (o recurso) explica o que são fontes de energia, receptores de energia, materiais condutores.”, ou em “ver o sentido da corrente e ir alterando a posição do voltímetro para ver a diferença”. Os alunos devem ir armazenando estas informações para de seguida as repetir em exercícios de aplicação, alguns em formato inovador, ou seja, digitais e, por isso, bastante apelativos. Estas estratégias são características de um ensino tradicional baseado na transmissão dos conhecimentos do professor para o aluno, em que se verifica neste uma passividade cognitiva. Basicamente trabalha-se ao nível da memória e da atenção, raras são as situações que envolvem raciocínio. Em relação aos recursos visuais eles servem predominantemente para valorizar a aula, tornado-a mais apelativa e, simultaneamente, possibilitam a visualização de objetos e ideias que seriam difíceis de apresentar só com a linguagem verbal.

Abordagem Construtivista

Dentro desta subcategoria encontramos as abordagens utilizadas pelos Grupos A, D e E. Começando pelo Grupo A, que foi sem dúvida o grupo que apresentou a sequência didática mais estruturada e um envolvimento muito profundo em uma investigação acerca do uso da visualização em sala de aula, este grupo elaborou uma sequência que se estende por seis aulas, contemplando o ensino de vários conceitos relacionados com o tema “Equilíbrio Químico”. Das seis aulas da sequência, escolheram a quarta aula para aplicar a atividade de investigação denominada “Visualização versus professor na sala de aula de Física e Química: que papéis desempenham no processo ensino aprendizagem?” Este grupo fornece uma sequência rica em detalhes, dando particular ênfase à quarta aula onde utilizaram uma simulação multimídia para estudo dos fatores que influencia o equilíbrio químico, como se pode ver detalhadamente no Anexo C, ou através deste slide do Power Point utilizando durante a comunicação oral dos resultados ao grupo em formação.

Organização Sequência Ensino	
Aula 1 (17 abril 2012)	135'
<ul style="list-style-type: none"> Atividades laboratoriais exploratórias, usando o levantamento de questões e os diapositivos ppt. Atividade: <i>Simulação da Formação e da Solubilização de Estalactites e Estalagmites</i> 	
Aula 2 (20 abril 2012)	90'
<ul style="list-style-type: none"> Atividade de leitura, interpretação de texto e tabela e produção de pequenos textos a partir da atividade: <i>Constante de Equilíbrio Químico, K_c: Lei de Guldberg e Wagge</i> Sistematização das conclusões retiradas a partir da atividade de sala de aula, usando os ppt, seguida de resolução de exercícios. 	
Aula 3 (23 abril 2012)	90'
<ul style="list-style-type: none"> Exposição de Conteúdos acerca do conceito de Quociente de Reação e sua relação com a Constante de Equilíbrio, resolução de exercícios Realização da atividade "<i>Princípio de Le Châtelier. Fatores que influenciam a progressão de uma reação química.</i>" usando diversos recursos: documentos fornecidos pela Professora e o vídeo "<i>Le Chatelier CoCl₂ Equilibrium Demonstration</i>" 	
Aula 4 (24 abril 2012)	90' + 90'
<ul style="list-style-type: none"> Realização da atividade "<i>O Desafio do Controlo Industrial</i>" 	
Aula 5 (27 abril 2012)	90'
<ul style="list-style-type: none"> Atividade prática laboratorial: <i>Que fatores influenciam a progressão de uma reação química?</i> 	
Aula 6 (30 abril 2012)	90'
<ul style="list-style-type: none"> Avaliação Sumativa da unidade 1, do tipo resolução de problemas: Eu sou um Engenheiro(a) Químico(a)... 	

Fig. 7.1 – Grelha de organização da sequência didática (Grupo A, maio, 2013)

Como se pode verificar através desta grelha de organização da sequência de ensino (de acordo com as orientações curriculares), o recurso a visualizações não se limita apenas à quarta aula. Na primeira aula e na terceira aula, também, se prevê o uso de duas visualizações muito utilizadas em sala de aula, a simulação e o vídeo. Todavia, a ênfase é dada à quarta aula, para a qual é fornecida uma planificação detalhada, composta pelos conteúdos a abordar, competências, momentos metodológicos e recursos como podemos observar pelo quadro fornecido pelo grupo durante a apresentação.

Grelha de Planificação da Aula 4DATA	UNIDADE 1. QUÍMICA E INDÚSTRIA: Equilíbrios e Desequilíbrios			SUMÁRIO: Realização da atividade "O Desafio do Controlo Industrial". Estudo dos fatores que afetam o estado de equilíbrio		
	COMPETÊNCIAS ENVOLVIDAS			Conteúdos	Descrição Metodológica	Recursos
	Dominios	Conceptual	Atitudinal			
Tercer-Feira - 24 de Abril (2 Blocos de 180 minutos)	Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica	Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos	Fatores que afetam o equilíbrio químico:	1º momento – Esclarecimento dos objetivos e de possíveis dúvidas dos alunos, sobre a atividade a realizar. Distribuição dos alunos por grupos e início da atividade.	Computadores com Internet (um por grupo) Simulador Nautilus Guia de exploração: "Desafio do Controlo Industrial".
	Utilizar tecnologias TIC para compreensão de fenómenos que envolvem o Equilíbrio Químico	Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	Refletir sobre o trabalho realizado e as dificuldades sentidas durante a realização da mesma			
		Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos	• Concentração dos componentes da mistura;	2º momento – realização da atividade por parte de cada um dos grupos. Os professores circularam pelos diferentes grupos de forma a perceberem as dificuldades sentidas pelos alunos.	
		Elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada	Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC			
			Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final	• Pressão do sistema;	3º momento – Discussão e síntese dos resultados obtidos.	
			Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes			
			Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	• Temperatura do sistema;		
			Revelar curiosidade pelo que observa			
				• Adição de um gás inerte.		

Fig. 7.2 – Grelha de planificação da quarta aula (Relatório da aplicação da sequência de ensino, Grupo A, junho de 2012)

Ao analisar esta grelha podemos constatar que todas as estratégias escolhidas se orientam por uma visão construtivista do conhecimento, orientação esta manifestada claramente no seu relatório quando referem:

A proposta didática aplicada foi construída sobre um quadro teórico que, em uma perspectiva construtivista, considera que o conhecimento científico deverá ser predominantemente construído pelos alunos, envolvendo uma mudança conceptual, que se pretende que ocorra através de atividades a realizar em sala de aula, construídas a partir dos conhecimentos e das ideias prévias dos alunos. (Relatório da aplicação da sequência didática, Grupo A, junho, 2012)

Sendo assim, cabe ao aluno guiado pelo professor e pelo roteiro fornecido pelo este, realizar a tarefa proposta utilizando neste caso uma simulação, no sentido de desenvolver uma série de competências em diversos domínios. Toda a planificação assenta no uso de diversas ferramentas (linguagem, objetos com existência virtual e concreta) com o objetivo de permitir ao aluno a elaboração de significados. Neste caso os alunos estão distribuídos por grupos e a manipulação do software é realizada por estes. Salienta-se, ainda, que a atividade foi

previamente disponibilizada através da plataforma moodle da escola para que os alunos a pudessem se familiarizar antes da aula, como podemos constatar por este trecho da comunicação oral de PP14:

PP 14: [...] As atividades são sempre disponibilizadas com antecedência. No site, vocês como veem este ano já têm este conjunto de atividades. Onde têm sempre atividades desde avaliação... Este ano já fizeram estas todas. O desafio do controlo está aqui. Os critérios não aparecem, estão iguais a muitos outros, mas eu já vos vou mostrar. Esta é a atividade, posso-vos mostrar a atividade. Eles vão e descarregam. Isto para poupar papel na escola não é, e alguma confusão, não é. Descarregam a atividade, veem em casa. Trabalham-na minimamente em casa. Porque é impensado eles cheguem com atividade sem estarem preparados. E, a... E veem a simulação, neste caso era a simulação para se familiarizarem com ela. Porque se não era uma confusão. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2012)

Toda a orientação fornecida pelos professores durante a aula destina-se a promover um trabalho autónomo, evitando-se responder diretamente, tentando-se pelo contrário colocar outras questões para que estes alcancem o conhecimento pretendido. As estratégias utilizadas encontram-se perfeitamente definidas na sequência didática para esta aula e para todas as outras desta sequência, como consta da figura 4 da respectiva sequência (Anexo C). Como se pode observar todas elas têm por base uma visão construtivista do conhecimento ao colocar o aluno num papel ativo na sua aprendizagem. No caso da quarta aula, os alunos são envolvidos em uma atividade de pesquisa onde se pretende igualmente relacionar a ciência com tecnologia, tendo por base uma tarefa de controlo industrial em que se pretende uma produtividade máxima. É, por isso, possível observar nesta proposta um pluralismo metodológico de raiz construtivista social, mas que também incorpora características de abordagens CTSA, como referem PP 12 e PP 14, deste grupo, durante a comunicação oral:

PP12: [...] É importante também referir que... há uma coisa que muitos de nós nos esquecemos, que é a passagem de um mundo da escala piloto para o laboratório, que aqui nós conseguimos mostrar esse lado, da indústria. Mostrar a parte da economia. Que não podemos pensar só no rendimento. Dá-se a outra perspectiva da visão CTSA que muitas vezes, não se consegue mostrar. E se vocês virem aqui na própria simulação... vamos ver se conseguimos voltar atrás [professor manipula o software].

PP14: A simulação permite prever também, se o processo é rentável ou não. Naquelas condições se tem rentabilidade ou não. Eles no final têm de dar resposta, em que condições é preciso introduzir o hidrogénio para que o processo seja rentável.

PP 12: Exato, saber quais são as condições ótimas que...

PP14: ... Ótimas para que a produção daquele combustível. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2012)

A planificação desta quarta aula de 180 minutos de duração (dois blocos de 90 min.) tem como objetivo permitir ao aluno a compreensão do equilíbrio químico, no que respeita ao seu estabelecimento, perturbação e restabelecimento, suportada pela utilização de um recurso multimídia. O roteiro começa por apresentar um texto introdutório apelando ao espírito investigativo dos alunos, desafiando-os a seguir as instruções do roteiro. Toda a atividade exploratória conduz os alunos a tentarem em primeiro perceber o que é o “equilíbrio químico” para em seguida explorarem os fatores que o perturbam e como este reage. Nesta proposta o roteiro, para além de toda a atividade exploratória, propõe uma reflexão do aluno sobre o que aprendeu, sobre as suas dificuldades, estimulando-o a uma autoavaliação através de instrumentos construídos pelos professores, alguns deles disponibilizados on-line. Todas estas características combinadas dizem respeito a uma abordagem construtivista designada por “modelo de ensino por pesquisa”, em que os alunos são estimulados a irem além dos conceitos, estes servem para a formulação e estudo de um problema, não são um fim em si mesmo. Em relação ao uso das visualizações, estas foram integradas de uma forma harmoniosa com as restantes atividades no sentido de proporcionar aos alunos momentos de construção do seu próprio conhecimento num ambiente de interação social e de autorregulação desse conhecimento ao desafiá-los para tarefas que exigem a sua compreensão para dar resposta a problemas concretos.

À semelhança do grupo C, os professores do Grupo D, prepararam uma sequência para estudar o tema “Eletricidade” segundo as orientações curriculares. De acordo com a sequência didática, o objetivo desta e as competências a desenvolver foram:

O objetivo é aprofundar questões sobre circuitos elétricos simples, efeitos da corrente elétrica e consumo de eletricidade.

As competências a desenvolver pelos alunos são o conhecimento, ao explorar os temas abordados; raciocínio, ao selecionar e analisar informação; comunicação, ao apresentar os resultados obtidos, e ao registrar no wiki informação linguística e cientificamente correta; atitude, ao solicitar a realização de trabalho colaborativo pelos alunos. (Relatório da Sequência didática, Grupo D, abril, 2012)

Desta forma, as estratégias selecionadas visam o aprofundamento e consolidação dos conceitos deste tema, já abordados em aulas anteriores. Fato este evidenciado na intervenção de PP2 durante a comunicação oral:

PP2: Esta atividade foi aplicada nesta turma porque eu estou... Participo num projeto ou colaboro, não é, aqui... na universidade e com uma outra turma do 9ºano. Comecei o ano passado, este ano contínuo, este ano estou a aplicar as atividades que foram feitas no âmbito desse projeto. Na outra turma resultaram bem e eles gostaram e eu achei como esta turma é mais fraca e o ano passado não quiseram participar neste projeto, e este ano não queria acabar o ano sem que eles conseguissem fazer alguma coisa assim dentro do gênero. E, então aproveitei que já tinha dado a matéria toda de circuitos elétrico, e para consolidar a matéria então apliquei a atividade com alterações. Não é a atividade que a outra turma fez. A turma é fraca, inicialmente eram 26 alunos neste momento temos a assistir as aulas 20 alunos foram desistindo, anulando a matrícula... pronto, são bastante interessados como se vê!. Não gostam da escola, não gostam de estar na sala, não gastam de aprender, tudo é uma seca, tudo é aborrecido. Atividades de observação astronômica é uma seca, qualquer animação ou vídeo é uma seca... por acaso esta atividade ate gostaram. A pesquisadora foi ver a primeira aula, e eles tiveram bem [...].(Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo D, maio, 2012)

Também podemos observar por este trecho do relatório que a turma é geralmente desinteressada tendo, no entanto, se mostrado interessada nesta aula. A sequência didática estendeu-se por duas aulas de 90 minutos, em que na primeira aula os alunos se dedicaram à realização em pequenos grupos de diversas atividades constantes de roteiro fornecido aos alunos (Anexo C). Este roteiro direciona os alunos para a exploração das atividades (jogos, simulações e animações multimídia) disponíveis em dois links. Depois de explorarem livremente esses sites, estes teriam de responder a algumas questões destinadas a incentivar os alunos a efetuarem uma reflexão sobre o que aprenderam. Estas respostas deverão ser colocadas num Wiki, na segunda aula, construído pela professora e pelos alunos, com o objetivo de estes sistematizarem a informação e a partilharem com a turma. Os sites escolhidos contêm várias atividades, muito apelativas em termos visuais, sendo que nalguns casos permitiam uma elevada interatividade no sentido de informarem o aluno que errou e desafiando os alunos a entender o porquê da resposta errada. Sendo assim, de acordo com os objetivos da sequência, as competências a desenvolver e as estratégias utilizadas e tipo de recursos utilizados, podemos afirmar que estamos perante uma abordagem de base construtivista. O aluno tem um papel central na sua aprendizagem. Cabe a este desenvolver as tarefas propostas pelo professor, embora auxiliado por este, apresentar ideias e comunicá-las à turma, sendo desta forma o principal responsável pela sua aprendizagem. Através deste excerto das notas de campo da pesquisadora é possível observar o empenho dos alunos nestas tarefas:

A professora distribui o roteiro com uma atividade para cada aluno. A professora dá indicações sobre o roteiro e como estão divididas as tarefas,

quer em termos da forma como devem estruturar a atividade, quer em termos dos sites que estes devem consultar para desenvolver as atividades. [...] Os alunos reagem bem se dirigem para os computadores e seguem as orientações contidas no roteiro e dadas pelo professor. Interagem bastante com o recurso e entre si. Por vezes têm alguma dificuldade com o inglês, que a professora vai ajudando. Também surgem algumas dúvidas conceituais, no sentido de conseguirem interpretar o que estão observando e mais pontualmente algumas dúvidas relacionadas com a navegação no site. [...] Também há interações entre grupos adjacentes embora com menos frequência. Pedem auxílio pontual à professora, mas na maior parte do tempo efetuam autonomamente a atividade. [...] Para além do roteiro, consultam o *Google Tradutor*, para traduzirem algumas palavras em inglês. [...] A professora mostra-se à vontade para tirar qualquer dúvida, colocando questões que auxiliem na obtenção das respostas às questões que estão no roteiro. Incentiva a reflexão em grupo e a cooperação entre os alunos. Notas de campo, aula observada, Grupo D, maio, 2012

Como se pode verificar as estratégias escolhidas e o posicionamento do professor durante a aula conduzem o aluno a construir o seu próprio conhecimento, levando-o a refletir sobre o que já sabe, em uma tentativa de acomodar a nova experiência aos conhecimentos pré-existentes. Quando não consegue sozinho, procura na interação com os pares ou com o professor, algo que lhe permita interpretar a nova experiência. A construção e a utilização do Wiki permite novamente um momento de envolvimento dos alunos na aula, estando estes responsáveis pelo conteúdo e pela colocação das respostas ao roteiro no Wiki, como se pode observar neste trecho da comunicação oral de PP1 ao grupo em formação:

PP1: Nós escolhemos estes dois recursos, sobretudo devido as características da turma. Porque permitiam visualizar os esquemas e depois as representações eram interativas têm algumas questões no final que eles respondiam e depois lhes permitia também ganhar pontos o que os motivava. Eram apelativas, eram divertidas, tinham uns bonecos que eles achavam muita graça e pronto tudo isto era questões que os motivavam que era o nosso objetivo neste tipo de turma. Além disso também estimula curiosidade relaciona os temas que são abordados nas aulas com situações do dia-a-dia e depois também permitiam... fazer algumas experiências sem ser laboratoriais. O wiki permitia que ele (aluno)... sistematizasse a informação, permitia também que eles interagissem. O professor pode interagir com os alunos e entre colegas permitia-lhes ir ver as opiniões dos outros, também o que os outros tinham achado. Dava alguma motivação, e também permitia desenvolver algum rigor na linguagem científica e também na língua materna. Também se esforçavam por escrever melhor. Como estavam a escrever uma coisa pública, toda a gente podia ver e podia-os levar a criticar, assim ficavam com vontade de escrever bem. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo D, maio, 2012)

Este grupo apresenta dois propósitos distintos para utilização dos recursos visuais. Por um lado este grupo procurar explorar as suas potencialidades educacionais no que concerne à visualização de esquemas e representação dos objetos e ideias do tema em estudo, mas

também ao fato de serem apelativos e interativos no sentido de envolver alunos frequentemente desmotivados e desinteressados na aprendizagem de ciências. Face ao exposto, acredita-se que esta abordagem apresenta diversas características típicas do construtivismo social.

O Grupo E, que na realidade não é um grupo como já referido anteriormente, uma vez que é constituído apenas por PP11. Este professor decidiu elaborar uma sequência didática para abordar o tema “Som” que contemplava duas aulas, uma para abordar conceitos relacionados com a produção do som e outra para abordar conceitos relacionados com a propagação do som. Neste caso e à semelhança do Grupo A, o professor menciona no relatório a adoção de estratégias de ensino por investigação, assumindo desde já uma visão construtivista da aprendizagem, como se pode verificar no seguinte extrato do relatório:

Para estas duas sequências de ensino foram concebidas e aplicadas tarefas de investigação. A implementação desta estratégia em sala de sala pressupõe que os alunos desempenhem um papel mais ativo e colaborador num trabalho de grupo continuado em que eles colocam questões, formulam hipóteses, pesquisam informação, utilizam diferentes ferramentas para recolha de dados, analisam, discutem e comunicam resultados. As tarefas podem, por isso, ser um ponto de partida para aprender ciência, sobre ciência e fazer ciência em sala de aula. Nesta perspectiva construtivista da aprendizagem, o professor assume uma função diferente do ensino tradicional, deixando de ser o foco da sala de aula e assumindo, como seu, o papel de orientador e facilitador das aprendizagens. (Relatório da sequência didática, Grupo E, junho, 2012, p.2)

Desta forma, para esta sequência o professor elaborou dois roteiros (Anexo C) no sentido de guiar os alunos na realização de diversas atividades de carácter investigativo. Para cada aula, o professor apresenta uma planificação detalhada e bem definida, dos conteúdos, competências, momentos metodológicos, recursos, etc., como podemos observar, por exemplo, para a primeira aula:

Duração: 90 minutos	
Unidade temática: Som e Luz	Sumário: Propagação do som.
Conteúdos: Propagação do som. Velocidade de propagação do som.	
Competências: <ul style="list-style-type: none"> • Compreender que o som necessita de um meio material para se propagar. • Relacionar a velocidade de propagação do som em sólidos, líquidos e gases. • Utilizar corretamente a língua Portuguesa na produção de textos escritos. • Compreender línguas estrangeiras para apropriação de informação. • Utilizar corretamente a linguagem científica. • Formular questões. • Colocar hipóteses. • Utilizar simulações para encontrar respostas às questões colocadas. • Analisar resultados. • Tirar conclusões. • Apresentar e discutir ideias com os colegas de grupo. • Colaborar com os colegas, de forma empenhada, na concretização da tarefa. • Gerir o tempo. • Refletir sobre o trabalho desenvolvido. 	
Momentos da aula: <u>1º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos objetivos da aula (sumário). • Formação de grupos de 2/3 alunos. • Apresentação da tarefa. <u>2º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Realização da tarefa: • Leitura de um texto. • Visionamento de um vídeo. • Colocação de questões. • Formulação de uma hipótese. • Utilização de simulações. • Registo de conclusões. • Reflexão sobre o trabalho desenvolvido. <u>3º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Sistematização dos assuntos abordados ao longo da tarefa, com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint. 	
Recursos: Computadores com acesso à internet, quadro interativo, PowerPoint, fichas das tarefas e manual da disciplina.	
Avaliação: Observação direta do comportamento, participação e empenho na realização da tarefa. Avaliação da ficha da tarefa.	

Fig. 7.3 - Grelha da planificação da primeira aula da sequência didática do Grupo E

Como se pode observar o professor centra o foco no aluno, ou seja, no desenvolvimento de várias competências através de um envolvimento ativo deste nas tarefas da sala de aula. Claramente dentro de uma abordagem construtivista esta sequência apresenta

características do modelo dos 5 E's e do modelo de ensino por pesquisa. O professor divide a aula em três momentos como se pode ver pela figura seguinte:

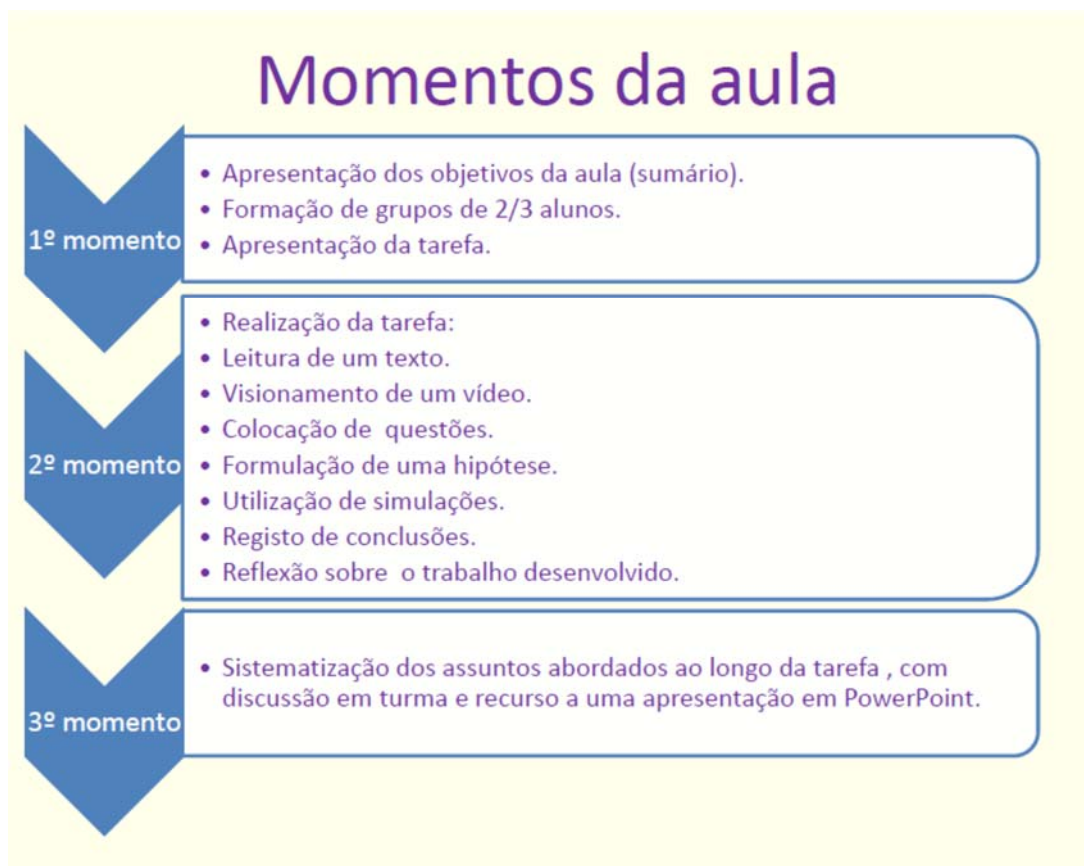


Fig. 7.4 – Momentos de cada aula (Sequência didática, Grupo E, junho, 2012)

Nesta sequência, há um primeiro momento para engajar os alunos onde é introduzido o tema de aprendizagem, as tarefas, ou seja, momento de captar a atenção dos alunos. De seguida os alunos são incentivados e orientados através de um roteiro (Anexo C) e pelo professor se necessário, a explorar textos e diversos recursos visuais (imagens estáticas e recursos multimídia) sempre com o objetivo de aprofundarem o seu conhecimento em relação a determinado tópico. As questões colocadas direcionam os alunos para explicações, comparações e reflexões sobre o que aprenderam. Por fim, em ambos os roteiros são colocadas novas situações em que os alunos em grupo são solicitados a elaborar um explicação/justificação para o fato evidenciado, ajudando-os a construir uma compreensão mais profunda ao ter que explicar e justificar suas ideias. Este fato aparece descrito por PP11, durante a apresentação dos resultados da aplicação da sequência didática:

Na parte dois eu concebi outra tarefa, mas agora para a propagação do som. Mais uma vez competências de raciocínio conhecimento e comunicação e atitudinais. Este bloco mais uma vez de 90 minutos tem mais uma vez três momentos. Primeiro momento apresentação da tarefa. Foram as atividades realizadas na concretização da tarefa e finalizando a sistematização dos assuntos. A tarefa dois aqui começava com um texto “Ciência em Hollywood”, basicamente falava do som no espaço. Nos filmes devido aos efeitos especiais temos som, mas na verdade não se houve som no espaço. Eles tinham que reformular uma questão e prever a resposta para a questão com detalhe. De modo a responder, no fundo concretizar a sua hipótese, eles tinham que recorrer a esta simulação. [Professor mostra simulação]. Então, aqui eles utilizavam esta opção aqui, ou seja, em que eles faziam variar a pressão do ar, ou seja, eles aqui se apercebiam que removendo o ar da caixa... o som precisa de um meio material para se propagar ou de outro tipo de material. Depois aqui tiravam conclusões. Depois aqui eu pus filme. Então basicamente estes miúdos querem passar pelo carril e, não serem atropelados pelo comboio. E há um deles que vai há volta do percurso e põe a mão no carril. E, então a pergunta que eles tinham que formular era: -“Por que o rapaz colocava a mão no carril?”. Mais uma vez eles colocavam uma questão, utilizavam uma simulação. [Professor mostra a simulação] Esta foi um bocadinho difícil de encontrar e não sei se foi a mais adequada. Tinha aqui informação em inglês que é sempre complicado e explicava que a propagação do som de um modo geral vai aumentando a sua velocidade passando do gás para o líquido e para o sólido e depois o que eles faziam era trabalhar aqui com esta simulação, em que íamos mudando o meio e fazíamos a rã coaxar, depois passavam aqui para a terra... e aí viam que o tempo era diferente. Tiravam conclusões e depois tinham uma pergunta de aplicação de conhecimentos. E mais uma vez aqui eles eram obrigados a pensar sobre o trabalho realizado. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo E, maio, 2012)

Como se pode observar a aprendizagem dos conceitos não um fim em si mesmo, estes servem para ajudar o aluno a dar resposta a uma questão ou a uma observação. Por fim, o professor através de uma conversa final com os alunos, tenta sistematizar as ideias debatidas permitindo um que estes percebam o que compreenderam e o que ainda precisam trabalhar, seguindo-se uma avaliação mais formal através da resolução de uma ficha de trabalho sobre a tarefa. Nesta fase da aula o professor procura igualmente estabelecer ligações com outros conteúdos estudados anteriormente, nomeadamente acerca da natureza particulada da matéria, como se pode ver por este extrato das notas de campo da pesquisadora:

[...] No final da aula o professor, através de uma apresentação em Power Point, procura fazer uma síntese da tarefa. Começa por questionar sobre o texto, ou seja, o que constava no texto e qual as conclusões a que chegaram. Da mesma forma analisa agora com toda a turma a primeira simulação e relaciona com a matéria do primeiro período, sobre a existência de corpúsculos na matéria, necessários para a propagação do som. [...] Notas de campo da pesquisadora, aula observada, Grupo E, maio, 2012.

Desta forma, podemos considerar que esta abordagem se aproxima bastante da preconizada pelo modelo dos 5 E's. Todavia também encontramos algumas características do modelo de ensino por pesquisa, uma vez que os alunos são estimulados a envolverem-se em tarefas que visam, por exemplo, o uso das TIC para procurar, organizar e seleccionar informação e testar ideias mediante a simulação de experiências e, simultaneamente, questionar o aluno e incluí-lo em processo de reflexão crítica, auxiliando-o a perceber o que já sabe e o que deve saber. Os recursos visuais aparecem integrados num conjunto de atividades e explorados como meios de construção de conhecimentos que depois serão utilizados para dar resposta a situações-problema. Servem para apresentar aspectos dos conceitos que de outra forma seriam difíceis de vivenciar, como refere o professor na apresentação da sequência:

PP 11: Eu sempre tive muitas dificuldades em ensinar o som porque eles não ouviam. Eu falava e depois basicamente eles viam e iam apontando. Eu acho que como eles aqui veem e ouvem é mais fácil, eu sinto que é mais fácil para mim. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo E, maio, 2012)

Face ao exposto considera-se que toda a sequência e a integração das visualizações enquadram-se em uma abordagem de carácter construtivista.

Abordagem mista

O Grupo B apresentou uma proposta para abordar o conteúdo designado por “Som” que faz parte das orientações curriculares para trabalhar o tema “Sustentabilidade na Terra”. A sequência elaborada apresenta todos os elementos necessários à sua implementação em sala de aula, objetivos, planificação de cada aula, com respectivos conteúdos, competências a desenvolver, momentos metodológicos e recursos. Começando pelos os objetivos da sequência, este grupo menciona na sua sequência:

- Aplicar ferramentas visuais que contribuíssem para o desenvolvimento de competências científicas, processuais e digitais.
- Fomentar a implementação de tarefas de investigação na sala de aula, com recurso a ferramentas visuais.
- Estimular o uso da Internet e ferramentas visuais (modelos concretos 3d, simulações e animações) durante a concepção e implementação de experiências de aprendizagem.
- Fomentar o trabalho colaborativo entre alunos, entre alunos e professor, e entre professores. (Relatório da aplicação da sequência didática, Grupo B, maio, 2012)

A partir destes objetivos podemos vislumbrar neste grupo uma perspectiva construtivista da aprendizagem, a intenção é envolver o aluno na sua aprendizagem, em que neste caso o uso de recursos visuais tem um papel central neste processo. Esta visão da aprendizagem é diretamente defendida por este grupo no seu relatório sobre a implementação da sequência didática, como se pode verificar através deste extrato:

Para que o aluno construa um tipo de conhecimento tem que aprender a pensar, a planificar e a organizar a sua própria aprendizagem. Compete ao professor desempenhar um papel fundamental na construção desse conhecimento ao escolher os modelos apropriados às funções de aprendizagem em diferentes contextos e na aplicação de diferentes tarefas. Para a sequência de ensino implementada optou-se por recorrer ao uso de modelos concretos, animações e simulações, com vista a facilitar aos alunos a construção de um modelo mental adequado. (Relatório da aplicação da sequência didática, Grupo B, maio, 2012)

A escolha das estratégias também reflete esta visão como se pode observar através da análise das planificações elaboradas pelo grupo:

Conteúdos	Competências					Recursos	Momentos da aula
	Conhecimen to substantivo	Conhecimen to processual	Raciocínio	Atitudes	Comunicação		
Produção, propagação e receção do som; Ondas transversais e longitudinais	Associar a produção de som à vibração de uma fonte sonora; Reconhecer a necessidade de um meio material elástico para a propagação do som; Identificar recetores de som; Distinguir entre ondas longitudinais e transversais.	Mobilizar conhecimentos com uso de animações, simulações e slinky.	Selecionar informação relevante durante o uso das animações e simulações; Analisar e interpretar as animações e as simulações; Analisar e interpretar o uso da régua e mola slinky. Organizar a informação relativa aos conteúdos abordados num pequeno texto.	Respeitar os colegas e o professor; Aceitar as decisões do grupo; Trabalhar colaborativamente; Gerir o tempo dado para a realização da tarefa.	Utilização da Língua Portuguesa na comunicação escrita; Utilização de linguagem científica contextualizada.	Régua; Roteiro da tarefa; Computador, Animações e Simulações; Slinky; Caderno de atividades; Quadro e caneta de feltro.	Realização da tarefa: aplicação de conhecimentos e organização da informação num pequeno texto (70 min); Síntese de conteúdos programáticos através da elaboração/correção conjunta, no quadro, do texto elaborado (20 min);

Fig. 7.5 – Grelha de planificação da primeira aula da sequência didática (Sequência didática, Grupo B, Maio 2012)

Como podemos observar, apesar de se preconizar o desenvolvimento de várias competências, toda a sequência está centrada na aquisição de conceitos. Ambas as tarefas constantes dos roteiros fornecidos aos alunos (Anexo C) para orientarem os alunos durante as aulas, destinam-se a proporcionar aos alunos formas inovadoras de apresentar os conceitos a estudar, permitindo ao aluno liberdade na manipulação do software ou dos modelos concretos. A ênfase é no observe e explique o que observou. O aluno está muito condicionado às questões do roteiro e é estimulado a seguir quer as instruções orais do professor, quer as instruções do roteiro. Embora tenha existido um momento inicial da aula para abordar alguns dos conceitos que iriam ser trabalhados na atividade, este serviu acima de tudo para relembrar o que eles já ouviram falar, não necessariamente o que eles já sabem, seguindo-se uma atividade para proporcionar uma melhor compreensão dos conceitos abstratos envolvidos no tema do som como, por exemplo, conceito de onda, frequência, e amplitude desta, etc. Este fato é evidenciado nesta intervenção de PP6, durante a apresentação da sequência e dos resultados ao grupo em formação:

PP 6: Bom, então é assim: tudo que eu faço na aula, eu tento sempre que os alunos pensem sobre o problema que lhes ponho. Muitas vezes o problema que lhes ponho é apenas oral. Olha no caso do som, eu cheguei à aula e disse-lhes: - Meninos hoje vou começar o capítulo do som, o que é vocês sabem sobre o assunto? A aula começou assim, e conforme eles foram dizendo eu fui colocando questões sobre o som. Isso obriga-os de certa maneira a criar um raciocínio, a pensarem naquilo que iam dizendo. De certa forma eles fizeram uma clarificação, assim em cima da hora. Isso obriga-os a organizar a aprendizagem deles, porque eles aprendem com as respostas que dão. Quando eles dizem alguma coisa, eu normalmente retribuo, faço algum comentário e ou eles têm de corrigir, ou eles acabam por interiorizar que aquilo que eles disseram estava..., é aceite pela comunidade científica. (Relatório da aplicação da sequência didática, Grupo B, maio, 2012)

Estas constatações, também, aparecem descritas nas notas de campo de uma das aulas observadas pela pesquisadora, das quais se apresenta este excerto:

O professor (PP 6) reage de forma segura às solicitações dos alunos, tentando auxiliar nos momentos em que eles (alunos) não conseguem avançar no roteiro, quer seja por questões técnicas relacionadas com o uso de *software*, quer por questões conceituais que não lhes permitem explicar o que observam. Não é estabelecida qualquer ligação a outros conteúdos da Física ou da Química. No final da aula através de uma exposição oral o professor questiona os alunos se aprenderam a medir o valor das grandezas físicas (comprimento de onda, frequência, amplitude e período) e se conseguiram fazer a relação entre as características das ondas sonoras e as propriedades do som (altura, intensidade e timbre). Os alunos vão respondendo que sim. O professor vai fazendo no quadro uma síntese com os alunos sobre a relação entre as características das ondas sonoras e as

propriedades do som, utilizando exemplos do cotidiano dos alunos, alertando para as diferenças entre a linguagem científica e a linguagem do dia a dia. Notas de campo, aula observada, Grupo B, Abril 2012

Como se pode observar o enfoque é na observação e explicação do que observaram, ou seja, no resultado da observação. Não há qualquer solicitação no sentido de os alunos preverem os resultados ou de refletirem sobre o que observaram. Há uma preocupação excessiva na utilização operacional do software no sentido destes conseguirem medir o valor das grandezas físicas que não é acompanhado por um questionamento acerca da compreensão do significado destas grandezas. A avaliação realizada no final de cada aula reveste-se de um caráter formal e tradicional, exercícios do manual dos alunos e questão aula. Nesta sequência apesar de existir um momento inicial para discutir conhecimentos prévios, estes depois não são levados em conta, o aluno tem pouca liberdade quer na planificação quer na organização do conhecimento, pois tem de seguir um roteiro muito rígido e limitado a questões sobre o que descobriu e, quando não consegue o professor tem de “mostrar” como se faz. Este fato aparece bem visível neste excerto do relatório da implementação da sequência didática:

O grupo de alunos do segundo turno evidenciou mais dificuldades em interpretar as simulações e em retirar as conclusões solicitadas. No início do trabalho, alguns alunos chegaram a referir que não estavam a perceber o que se pretendia e não mostraram nenhum empenho. Após a intervenção da professora, que os questionou sobre as características das ondas e lhes mostrou novamente as potencialidades do simulador, os alunos realizaram a tarefa e, à semelhança da turma X, apenas revelaram dificuldades na medição do período. (Relatório da aplicação da sequência didática, Grupo B, maio, 2012)

Os recursos visuais permitem a interatividade entre os alunos e os professores apresentando a informação de uma forma dinâmica, multimodal e, por isso, inovadora o que despertou nos alunos interesse, motivação e empenho na aula. Sendo assim, este grupo afasta-se em vários momentos de um ensino por transmissão de conhecimentos, mas acaba por conceber uma sequência de ensino com muitas características do modelo de ensino por descoberta, apesar de afirmarem ter uma visão construtivista da aprendizagem. Face ao exposto considera-se que a abordagem utilizada foi mista, coexistindo estratégias em que se procura envolver no aluno na sua aprendizagem, dando-lhe a possibilidade de manipular o software e de elaborarem as suas próprias conclusões, com estratégias mais tradicionais de exposição de conteúdos.

7.2.3 Dificuldades manifestadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula

Em relação ao uso destes recursos alguns professores mencionaram ao longo desta formação algumas dificuldades que dificultam o uso destas ferramentas visuais, especialmente as incorporadas em tecnologia. Estas dificuldades situam-se no plano operacional (técnico) e no plano pedagógico. No que diz respeito às dificuldades operacionais, os professores situam as dificuldades ao nível da existência de computadores com *software* adequado. Por exemplo, durante a entrevista o Grupo C menciona:

PP8: Sim, sim e verificar se os computadores da escola têm os programas compatíveis, já me tem acontecido chegar aqui e as coisas não funcionarem. Faltam programas...

PP7: Sim, a parte técnica às vezes não é fácil... (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

Este grupo também apresenta em outro momento da entrevista as suas dificuldades quer ao nível da seleção, quer ao nível da implementação em sala de aula:

PP 7: O tempo que nós levamos...

PP 8: ... mas não foi por falta de recursos era o excesso de oferta para selecionar...

PP 10: É foi a seleção...

PP9: Pois nós vimos imensos e não havia nenhum que fosse totalmente adequado, uns porque eram muito infantis, outros tinham perguntas sobre coisas que não fazem parte do programa ficando muito denso... umas gostavam mais de um, outras gostavam mais de outro, nenhum era a cem por cento...

PP 7: E depois um dá para uma turma e não dá para outra...

[...]

PP 8: E a parte pedagógica, como ajudar o aluno? (Registro audiovisual da entrevista, Grupo C, maio, 2012)

Neste trecho fica evidente que planejar uma aula com estes recursos, requer tempo, como refere PP7. Encontrar o recurso ideal para o objetivo pretendido e tendo em conta a maturidade e tipo de conhecimentos dos alunos, não é fácil. Durante a comunicação oral este grupo concretiza estas dificuldades em encontrar um recurso que fosse totalmente adequado, e a forma como resolveram algumas destas dificuldades:

PP7: Em relação às dificuldades, nós pusemos ali Português do Brasil [apontando para o slide]. Isto são aqueles termos usados como viram no filme que falava em usina e dizia “vates” em vez de watts, a PP 9 durante o vídeo teve que sempre... entre aspas que traduzir um pouco os conceitos... e também naquela construção que viram há pouco ali, uns links que também

dávamos aos alunos... os elétrons aparecem com bolinhas muito grandes ali... e penso que isso induza em erro, dá ideia que em cada fila anda uma bolinha que é o elétron por ali fora, portanto seguem o fio, dentro do fio entre aspas os andam elétrons daquele tamanho a percorrer o fio. Também foi dito, como não havia computadores para todos notou-se que os alunos, principalmente que na segunda aula eles já estavam mais... digamos assim mais abertos, queriam participar mais só que com um computador... houve um aluno que se ofereceu, o mesmo que da primeira aula, ele levantou-se logo deve ter gostado da primeira, na segunda ele levantou-se logo e foi o que se ofereceu logo para fazer. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo C, maio, 2012)

Estas dificuldades de carácter mais técnico, assim como, algumas dificuldades de ordem pedagógica, são também claramente manifestadas na intervenção da professora PP5 durante a apresentação do seu grupo:

PP5: Sim, na aula em que foi dada a três dividimos a turma em três grupos e estivemos com o computador, cada uma de nós levou o seu computador para podermos realmente..., senão era difícil fazer uma aula destas com um computador no laboratório, em que não temos quadro interativo (projektor e ecrã). Por isso, cada uma levou o seu computador e cada uma ficou ali como que a vigiar se eles estavam realmente a fazer aquilo que era pretendido. Eu confesso que inicialmente fiquei assim... devo intervir, não devo intervir, mas a PP 6 chegou lá e deu-lhes um empurrão. Eu fiquei naquela sensação... devo fazer alguma coisa ou devo ficar calada, porque não havia ali grande ação, mas a PP6 chegou lá e resolveu problema...- Oh! Meus amigos isto é para fazer assim e tal... a PP 6 deu ali aquela sacudidela... e pronto depois arrancaram, eu acho que eles até trabalharam bem... brincavam um bocadinho e tal. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, maio, 2012)

Nesta intervenção PP5 deixa transparecer algumas hesitações em relação ao papel do professor perante estes recursos. Que tipo de apoio deve dar o professor? Quando é benéfico e necessário intervir, ou não? São questões novas que emergem quando do uso de recursos visuais, nomeadamente ambientes multimídia. A apresentação de informação de uma forma multimodal, a questão da interpretação das imagens associada às questões técnicas de operacionalização do próprio software colocam novos desafios aos professores e exigem destes uma formação muito diversificada. Da mesma forma o Grupo B, durante a entrevista, volta a referir ter algumas dificuldades operacionais, complementando com algumas dificuldades ao nível pedagógico relacionadas com a seleção, como se pode verificar neste trecho:

Pesquisadora: Em relação à aplicação prática na sala de aula, sentem-se preparadas para usar estes recursos, sentiram algumas dificuldades que queiram expressar?

PP 5: Eu acho que as dificuldades nós já falamos são essencialmente mais de escola (técnicas), claro que também temos às vezes... verifica-se a selecionar aqueles simuladores. Andamos a ver isto e aquilo, e às vezes vemos que este era melhor para aquilo, mas este era melhor para outra coisa, e depois andamos aí... e não era isto que a gente queria, a gente queria uma coisa mais... mas acabamos às vezes por pesquisar muito, demorar imenso tempo de volta daquilo para arranjar uma coisa; e no fim às vezes não ficamos totalmente satisfeitos. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo B, maio, 2012)

Durante a apresentação do Grupo A, também são manifestadas algumas dificuldades de âmbito operacional que os professores muitas vezes acabam por conseguir resolver, como se pode verificar nesta intervenção:

PP14: Dificuldades, não. As dificuldades é sempre ali... o que eu sinto é em termos práticos. Há sempre um ou dois computadores e neste dia para não falhar, o que é que eu fiz? Foi pedir aos meninos para trazerem os computadores deles de casa. Já sei que não há computador, mandam computadores sem baterias e depois o computador estragou-se, depois não há net na escola. Eles trouxeram os próprios pcs para não falharem naquele dia. Eu estou habituada a trabalhar assim. Este tipo de aulas, em particular, estou habituada a fazê-las quando eles estão por turnos (a turma está dividida, metade está em Biologia e a outra metade em Físico-Química), e aqui o que é poderia acontecer tínhamos mais dificuldades em chegar a todos os grupos. Mas com ela... (presença da outra colega), eles mesmo assim estão mais disciplinados, custou, mas estão bem disciplinados. E como ela estava lá a ajudar, eles eram vinte e tal e ajudou, mas não há confusão eles sabem que é para começar a trabalhar, não pode haver confusão. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo A, maio, 2012)

Aparte este tipo de dificuldades, que muitas vezes os próprios professores conseguem contornar, a maioria revela não sentir dificuldades durante a implementação destes recursos, como reforça na entrevista o mesmo Grupo A:

PP 14: Não. Até por causa da ajuda [risos]. Agora relativamente à minha pessoa, mas não... por que primeiro eu já utilizava este tipo de recurso não era sempre e, aliás, em particular eu já tinha utilizado este. Queria ter utilizado outro, mas como não consegui... o assunto no início não estava muito definido... depois eu disse agora vamos olhar para este que eu já conheço e vamos explorá-lo.

PP 12: Eu também (sem dificuldades), nada a acrescentar. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo A, maio, 2012)

PP2 no Grupo D manifesta, durante a comunicação oral a mesma opinião quanto às dificuldades de utilização em sala de aula:

PP2: É assim, eu devido a estar com o projeto na universidade, não sinto. Já fazia, pronto, atividades diferentes, mesmo com recurso a simulações a jogos. Muitas das minhas aulas, também, têm simulações, também vou aos CDs da Porto Editora e da Asa ver o manual interativo e também têm recursos, que também com a parte da explicação oral e depois as simulações que veem ...em cada aula preparada pelas editoras ...e ...gosto [...]. (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo D, maio, 2012)

Da mesma forma, o Grupo D menciona na entrevista que não sentem dificuldades:

Pesquisadora: Em relação à prática, à aplicação mesmo da sequência e uso dos recursos, sentem alguma dificuldade? Como é que se sentem ou sentiram ao aplicar recursos visuais na sala de aula? Sentiram dificuldades?

PP2: Não.

PP3: Não.

PP1: Acho que não. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo D, maio, 2012)

No Grupo B, novamente PP6, revela não sentir dificuldades em termos de utilização em sala de aula, embora admita algumas dificuldades de adaptação:

PP6: Eu acho que é fácil. Os simuladores, as animações têm sempre algumas limitações. Eu acho que seria mais fácil conseguir fazê-los e adequá-los às situações que se pretende, mas eu acho que é fácil... eu também já uso há algum tempo. Não uso em todas as aulas, mas já não é a primeira vez nem a segunda que uso animações, portanto eu quando vou para ali, eu já sei o que eu quero com aquilo. Tem o problema da componente lúdica que eu já sei que é uma brincadeira na aula, e tem o problema dos computadores. Se os alunos aprendem mais ou menos... (Registro audiovisual da comunicação oral, Grupo B, maio, 2012)

Este sentimento também é partilhado por PP11, nesta intervenção:

Pesquisadora: No teu caso estavas sozinha na aula, é difícil para o professor lecionar uma aula com estes recursos e com esta abordagem?

PP 11: Eu já estou habituada a fazer trabalho em grupo. O que é que acontece na minha sala é que eu tenho três computadores muito juntos, assim eu tenho nove alunos em uma mesa, há muita interação e muitas conversas paralelas. Isso é o único problema, e depois como eu estou habituada a fazer trabalhos de grupo e a estar só, eles já estão habituados, eu já estou habituada a circular pela sala. Depois há grupos que funcionam melhor, outros menos bem, mas isso obviamente acontece com ou sem visualizações, não é por causa destes recursos...

Pesquisadora: Era isso, o fato de ter mais recursos mais um computador para controlar...

PP 11: Pois, mas não, no meu caso não. E pelo menos acho que gostaram.

Pesquisadora: É uma questão de hábito?

PP 11: Sim, a gente habitua-se.

Pesquisadora: E a preparação da sequência?

PP 11: Achei giro. Nunca tinha feito. Foi um desafio diferente. Eu já tinha pensado em utilizar as simulações e as animações, mas não em uma tarefa. Eu já utilizei simulações, mas sou eu a mostrar aos alunos. Aqui lhes damos um bocadinho mais liberdade, foi uma experiência e acho que foi positiva. (Registro audiovisual da entrevista, Grupo E, maio, 2012)

Como se pode observar a maioria dos professores menciona algumas dificuldades operacionais relacionadas com a disponibilidade de recursos na escola (computadores e software adequado). Em termos pedagógicos são relatadas dificuldades ao nível da seleção e adaptação dos recursos. Ao nível da utilização em sala de aula, em dois grupos (B e C), dois professores relatam algumas dúvidas em relação ao suporte (papel) do professor, os restantes manifestam sentirem-se à vontade, uma vez que utilizam com frequência estes recursos.

SÍNTESE

Os resultados obtidos em dois momentos distintos, pré-formação e pós-formação, permitiram conhecer as mudanças que ocorreram nas concepções dos professores envolvidos no estudo, atendendo às categorias noção de visualização, uso das visualizações e noção de modelo. De um modo geral, foram observadas, após a formação, alterações nos argumentos expressos por diversos professores de ambos os países o que sugere instabilidade argumentativa e zona de possível mudança conceptual. Todavia, a extensão destas mudanças não foi homogénea quer dentro de cada grupo de professores, quer entre os dois casos de estudo. No caso do Brasil as mudanças foram mais evidentes nos motivos para o uso de visualizações e no caso de Portugal nos critérios de escolha das visualizações.

Em relação às abordagens utilizadas para integrar estes recursos em sala de aula, prevaleceram em ambos os casos estratégias de base construtivista.

No que diz respeito às dificuldades, verificamos que os professores do Brasil apresentaram dificuldades técnicas e pedagógicas. No caso português as dificuldades são majoritariamente de carácter pedagógico.

8. DISCUSSÃO, CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DO ESTUDO

Neste trabalho, procurou-se pesquisar o processo de integração de visualizações em sala de aula e conhecer o impacto de um curso de formação continuada, que visa discutir e promover o uso de visualizações no ensino de Química e Física, nas concepções de professores em serviço de Química no Brasil e Física e Química em Portugal. De acordo com estas finalidades, tentou-se identificar as concepções prévias que estes professores apresentavam no início do curso sobre o uso de visualizações, e as possíveis mudanças que ocorrem após o envolvimento no curso. Procurou-se, igualmente, descrever as abordagens pedagógicas que os professores utilizaram e as dificuldades que estes encontraram durante o uso de visualizações no ensino de Química e Física. Desta forma, optou-se por uma metodologia de natureza qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994), com orientação interpretativa (ERICKSON, 1986). Este estudo foi aplicado em dois contextos: professores em serviço em escolas públicas da cidade de São Paulo - Brasil e professores em serviço em escolas públicas da cidade de Lisboa – Portugal. Sendo assim, participaram neste estudo 28 professores (catorze no Brasil e catorze em Portugal) envolvidos num curso de formação continuada, que lecionavam Ciências Naturais (Ensino Fundamental), Química (Ensino Médio), no caso do Brasil e Ciências Físico-Químicas (Ensino Fundamental) e Química e Física A (Ensino Médio), no caso de Portugal. Foram utilizados vários instrumentos de coleta de dados, notas da pesquisadora e registro audiovisuais (observação naturalista), documentos escritos (PATTON, 1990), além de entrevistas semiestruturadas e questionários (COHEN; MANION; MORRISON, 2005, 2007; TUKMAN, 2005). Tentou-se aumentar a confiança nos resultados, utilizando diferentes fontes de coleta de dados para permitir a sua triangulação (LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 1994). A técnica analítica seguida foi o método do questionamento e comparação constantes (STRAUSS; CORBIN, 2008), onde através do estudo repetido dos dados foram encontrados padrões, singularidades e temas associados com as questões da pesquisa.

Este capítulo encontra-se organizado em seis seções. Na primeira, discutem-se os resultados referentes às questões que orientaram a pesquisa. Na segunda, tecem-se algumas considerações sobre a validade da metodologia seguida. Na terceira, salienta-se a relevância dos resultados obtidos. Na quarta, apresentam-se as conclusões do estudo. Na quinta,

indicam-se as implicações do estudo, abordando-se pistas para futuras investigações. Por último, na sexta seção, elabora-se uma reflexão sobre o estudo desenvolvido.

Discussão de resultados

Em relação à primeira questão de pesquisa em que se procuravam evidências de mudanças nas concepções destes professores acerca da utilização destes recursos em sala aula, verificamos à semelhança de alguns estudos (DA-SILVA et al., 2007; LUFT; ROEHRING, 2007) que foi possível observar modificações nas suas concepções. No entanto, em sintonia com os resultados obtidos por Freire (1999), quer o conteúdo, quer a extensão das mudanças não foi igual para todos os vinte oito professores. Este fato foi observado nos dois casos (Brasil e Portugal), porém podemos concluir que o número de subcategorias e a extensão de algumas alterações foram mais evidentes no grupo do Brasil, nomeadamente em subcategorias de caráter mais teórico. Esta diferença verifica-se logo na primeira subcategoria acerca da noção de visualização, que se refere à natureza deste termo, ou seja, que significado é atribuído pelos professores a esta palavra. Aqui se observa que, inicialmente, a maioria dos professores nos dois casos relacionou a recurso visual, o que nos parece compreensível e consistente com um dos significados frequentemente explorados na literatura (GILBERT, REINER, 2008; GOBERT, 2007) e mais comum na linguagem educacional. A ausência da discussão na formação inicial e na formação continuada da importância da visualização como habilidade cognitiva, importante na aprendizagem (GILBERT, 2007, 2008; GOBERT, 2007; REINER, 2008) conduz a um menor número de associações a este outro significado. Desta forma, de acordo com Frost (2005) a ausência de construtos teóricos sobre estes recursos conduz a uma utilização baseada, essencialmente, em razões pragmáticas.

Nos argumentos expressos, após a formação, pelos professores encontramos, nos dois casos a inclusão de teorias discutidas na literatura. Todavia, constatamos que no caso de Portugal, a maioria dos professores, ainda, associa o termo visualização apenas à ferramenta/recurso, e os que manifestaram alguma alteração, fazem-no de uma forma mais insegura. Para esta diferença, pensamos que deve ter contribuído a diminuição, no caso português, do tempo de formação dedicada à exploração destes conceitos. A formação estendeu-se por, apenas, 25 horas presenciais (por comparação com as 40 horas do Brasil) e o envolvimento de alguns professores durante as sessões, quer por cansaço ou falta de interesse (uma vez que há a obrigatoriedade de obter créditos), foi menor no caso de Portugal.

No que diz respeito à segunda subcategoria “Capacidades de visualização”, os resultados são idênticos aos verificados na subcategoria anterior “Natureza”. Em ambos os casos os professores apresentaram ideias prévias muito incompletas e superficiais sobre esta habilidade considerada fundamental na aprendizagem de ciências (GILBERT, 2007, JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009), devido essencialmente à falta de discussão sobre esta temática, nomeadamente durante a sua formação. Após a formação detectamos que, no caso do Brasil, a evolução em relação a este conceito é mais consistente, apresentando um maior número de professores, intervenções mais claras e seguras do que no caso português. As razões para esta diferença são idênticas às mencionadas para a subcategoria anterior, extensão menor das discussões sobre estes conceitos e menor envolvimento de alguns professores portugueses no curso de formação.

Na categoria “Uso das visualizações” continuamos a observar algumas semelhanças e, também, algumas diferenças entre os dois casos. Na primeira subcategoria, “Motivos”, existem algumas semelhanças, em ambos os grupos vários professores mencionam o uso destes recursos devido às suas capacidades lúdicas que permitem aumentar o interesse na aula, captar a atenção dos alunos, em consonância com alguns dados da literatura (COX; PRESTON; COX, 1999b) e, da mesma forma, indicam o facilitar a aprendizagem. No entanto, no caso português há previamente uma maior percepção da influência destes recursos na modificação dos processos de ensino-aprendizagem. Para este fato contribuem a nosso ver vários fatores: o tipo de formação dos professores, salientando, que no caso português vários professores possuem um mestrado na área da educação e uma maior diversidade e frequência no uso destas ferramentas, resultado de uma maior disponibilidade e acesso a recursos TIC.

A exploração mais frequente dos recursos e a pós-graduação possibilitou-lhes a aquisição de uma noção mais abrangente do papel destes recursos na aprendizagem, encontrando-se no caso português professores (PP14, PP9, PP12, PP6 e PP11) que demonstram em várias intervenções um uso prévio, destes recursos, de uma forma consciente, no sentido da construção de conhecimento. Em consequência deste fato, a maioria dos professores portugueses revela que os motivos que tinham antes do curso para o uso destes recursos se mantêm após o curso. Contudo, nos documentos escritos elaborados por estes após o curso, apresentam outros motivos, nomeadamente o desenvolvimento de competências e uma melhor compreensão acerca das razões que estão subjacentes às melhorias na aprendizagem dos seus alunos. A aplicação da sequência em sala de aula e a reflexão sobre

este momento permitiu-lhes tomarem consciência de outras potencialidades destes recursos que poderão constituir motivos para o seu uso em sala de aula.

Em relação ao grupo do Brasil, as alterações são de outro nível e bem descritas pela maioria dos participantes. Neste grupo encontramos professores que afirmaram não utilizarem recursos visuais (PB5), ou então, que a sua utilização é pouco frequente (PB1, PB6, PB14 e PB8), dado que não encontravam motivos para o uso ou porque têm falta de confiança em termos tecnológicos. Também referem que não têm acesso a computadores, etc. Sendo assim, a experiência com estes recursos até ao momento da formação, limitava-se na maioria dos casos ao uso de imagens estáticas dos livros, uso de *kits* moleculares e nos casos dos professores PB4, PB13, PB11 e PB7 a alguns recursos multimídia. Desta forma, os motivos relacionavam-se com as potencialidades mais perceptivas destes recursos, captar a atenção dos alunos, tornar a aula mais interessante, ilustrar ideias e apresentar conceitos abstratos (BETRANCOURT, 2005; LINN, 2003; TASKER; DALTON, 2006). A maioria referiu detectar melhorias na aprendizagem dos alunos, mas somente uma professora (PB13) manifestou uma noção mais aprofundada da influência destes recursos na elaboração conceitual. Por consequência, após a formação manifestam terem tomado consciência do lugar da linguagem visual na construção do conhecimento, que até então era majoritariamente atribuída à linguagem verbal. Relatam, igualmente, que nas suas práticas já sentem estas mudanças nos momentos em que se propõem a utilizar recursos visuais, nomeadamente na escolha e na sua utilização em sala de aula.

Em relação à subcategoria “Potencialidades das visualizações”, os resultados iniciais estão em sintonia com a primeira categoria. No momento pré-formação os professores de ambos os grupos, de uma forma geral, apresentaram respostas semelhantes e em conformidade com os motivos apresentados para o uso. No momento pós-formação verificamos uma evolução mais sólida no grupo de Portugal, apesar de, também, se observar uma evolução no caso do Brasil. Pensa-se que esta diferença se deve ao fato dos professores portugueses terem tido a oportunidade de aplicar a sequência em sala de aula e de terem elaborado um relatório sobre a mesma. Desta forma, a prática e a reflexão sobre esta lhes permitiu perceber potencialidades inerentes ao seu uso, ou pelo menos mais perceptíveis durante a sua utilização como, por exemplo, o desenvolvimento de capacidades de visualização (transitar de 2D para 3D e vice-versa) e também *a transição entre os três níveis de representação*. A escolha por parte deste grupo de professores de várias simulações para

representar entidades abstratas (moléculas, átomos e elétrons) reflete o reconhecimento destas potencialidades, assim como, de vídeos para relacionar o plano macroscópico com as outras dimensões do conhecimento. De fato a transição entre os vários níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e simbólico), na Química, tem sido alvo de numerosos trabalhos, constituindo, segundo vários autores (JOHNSTONE, 1993; GABEL, 1999; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH, 2001), um dos maiores obstáculos para a aprendizagem nesta ciência. Com o desenvolvimento da tecnologia, os professores dispõem facilmente de vários *softwares* que lhes permitem auxiliar os alunos a navegarem entre estes níveis. Porém, para que isto aconteça torna-se necessário que o professor faça uma seleção e aplicação adequada destes recursos, orientando os alunos para estabelecerem as conexões entre os vários níveis, apresentando múltiplas representações, discutindo os limites e o alcance das mesmas, para que os alunos não confundam as representações baseadas em modelos teóricos com a realidade do fenômeno. Quando o professor atribui ao recurso visual a potencialidade de “mostrar” como é a dimensão submicroscópica, o seu uso pode tornar-se muito prejudicial para os alunos, levando-os a vincular uma forma de representar uma propriedade de natureza teórica, com a forma imagética real da entidade que o recurso representa. Nestes recursos onde se pretende representar o mundo submicroscópico, o objeto molecular é uma representação imagética da entidade molecular e pode ser definida por uma analogia do que supomos ocorrer nesta dimensão e não um retrato da realidade. Sendo assim, a discussão das potencialidades destes recursos, durante a formação inicial dos professores, é muito importante para evitar este tipo de concepções errôneas acerca destas ferramentas.

Analisando agora os resultados da subcategoria “Critérios de escolha das visualizações”, foi neste tópico que se observou uma evolução mais sólida nos dois grupos. No momento pré-formação os critérios apresentados nos dois casos são semelhantes, embora no caso português as respostas sejam mais diversificadas e, em algumas, se verifica alguma relação com a construção do conhecimento. No caso do Brasil, a maioria das respostas incide apenas na relação com o conteúdo a estudar, ou seja, um critério muito simples e pouco restritivo. Após a formação, os professores de ambos os grupos mencionam com muita clareza que houve uma mudança, os critérios tornaram-se mais apertados e aparecem várias referências aos contributos da psicologia cognitiva, nomeadamente quando se referem aos recursos multimídia. A exploração de vários recursos durante a formação dentro da ótica da psicologia cognitiva, com ênfase nos canais de processamento de informação, a questão da sobrecarga cognitiva e a questão da interatividade (envolvimento ativo dos alunos na sua

aprendizagem), aparecem agora como critérios de escolha. A exploração destes “novos” critérios é neste caso, mais alargada e evidente no caso português. Na entrevista final e nos relatórios, os professores portugueses expressam alterações mais seguras acerca dos critérios e, mais uma vez, pensa-se que será resultado da aplicação da sequência didática em sala de aula e da necessidade de terem de efetuar uma reflexão centrada na prática. O trabalho colaborativo possibilitou-lhes momentos para refletirem sobre a qualidade dos recursos que tinham à sua disposição e para escolherem aqueles que lhes pareciam satisfazer alguns dos princípios discutidos na formação. No caso do Brasil, apesar do esforço mais notório de dois grupos, a falta de tempo e a ausência de condições para trabalharem presencialmente entre sessões, devido a cargas horárias elevadas e grandes distâncias, não permitiu um aprofundamento tão acentuado nos critérios de escolha.

Em relação à noção de modelo, as respostas apresentadas pelos professores em ambos os casos, no momento pré-formação demonstram uma noção incompleta e complexa de alguns aspectos da noção de modelo científico, em consonância com outros estudos da literatura (JUSTI; GILBERT, 2003; van DRIEL; VERLOOP, 1999). No caso do Brasil, no aspecto *Natureza*, observamos que no questionário prévio a maioria dos professores considera que um modelo é uma representação parcial de algo, existindo também algumas opções na reprodução de algo. No caso português no questionário prévio encontramos mais respostas que se reportavam aos modelos como reproduções da realidade do que como representações parciais de algo. No entanto, no caso português encontramos um elevado número de respostas na opção que diz respeito aos modelos mentais, ao contrário do caso do Brasil, em que esta opção foi rara. Aqui encontramos algumas dificuldades para compreender o resultado no caso português, uma vez que um número elevado de professores considera os modelos como reproduções de algo, o que à partida dificulta a relação com o carácter abstrato do modelo mental.

Em relação ao *Papel dos modelos*, aqui as respostas foram mais homogêneas entre os dois grupos, a maioria dos professores não menciona o papel preditivo, surgindo o papel explicativo em destaque. Estes resultados encontram-se, também, em sintonia com o estudo de van Driel e Verloop (1999) que relata semelhantes concepções neste aspecto. No aspecto *Entidades* verificamos também uma discrepância entre os dois grupos, no caso do Brasil, a maioria das respostas incidiu sobre ideias, enquanto no caso de Portugal a maioria das respostas incidiu sobre objetos. Desta forma, os resultados portugueses aproximam-se mais

dos resultados obtidos por Justi e Gilbert (2003) e são coerentes com o maior número de respostas verificadas no aspecto natureza (modelo como reprodução de algo). Em relação ao Brasil a maioria dos professores escolheu a opção ideias, neste caso como a maioria dos professores apresenta graduação apenas em Química, onde existe um forte discurso sobre a natureza abstrata das entidades que povoam esta ciência, pensa-se que isto favoreceu esta escolha mais acentuada neste tipo de entidades.

No que diz respeito ao *Tipo de Existência*, no Brasil os professores manifestaram majoritariamente uma opção não esperada, de acordo com a literatura (JUSTI; GILBERT, 2003) relacionado os modelos a uma construção histórica da ciência, enquanto no caso português os professores responderam que um modelo é um de entre os possíveis para um fenômeno em particular, sem relacionar com a evolução histórica da ciência, o que está em sintonia com outros resultados. Para explicar esta discrepância precisaríamos de mais dados.

No aspecto *Estabilidade*, em ambos os casos e em concordância com as respostas anteriores, os professores consideraram que o modelo deve ser alterado quando existirem problemas na função que eles mais relevam para os modelos, que é a função explicativa. Estes resultados estão igualmente de acordo com resultados obtidos em outro estudo (JUSTI; GILBERT, 2003).

Em relação à *Validade*, a grande maioria dos professores do Brasil e de Portugal considerou, no questionário prévio, que esta deve ser dada por uma comunidade de cientistas, o que é considerado cientificamente aceitável (JUSTI; GILBERT, 2003) No aspecto *Predição*, encontramos, à semelhança do aspecto anterior, respostas muito homogêneas na opção b), em ambos os casos, o que revela bastante fragilidade por parte dos professores neste aspecto desta noção de modelo.

Analisando agora os resultados pós-formação, quer as respostas dadas na entrevista final semiestruturada, quer nas transcrições das apresentações orais e nas notas de campo da pesquisadora verificamos uma evolução em ambos os grupos, no entanto, no caso português esta é mais segura. No caso Brasileiro, apesar de no questionário prévio os professores terem optado majoritariamente pela opção mais aceitável do ponto de vista científico em relação à natureza dos modelos, a verdade é que durante a apresentação das sequências didáticas, em dois grupos (B e D) os modelos foram introduzidos como cópias da realidade. Isto reflete concepções epistemológicas, muito enraizadas de caráter empirista-indutivista e positivista

que transparecem nas suas ações. Esta dificuldade em modificar as concepções foi sentida e manifestada por um dos professores do grupo D (PB10), quando questionado na entrevista, admitiu, ainda, um conflito entre as suas concepções prévias e a nova visão discutida durante a formação. Da mesma forma, outros professores manifestaram ter agora um entendimento mais consistente em relação ao aspecto natureza, mantendo a mesma concepção em relação à função dos modelos (função explicativa). Quanto aos restantes aspectos, encontramos poucas referências não sendo perceptíveis alterações.

Em relação aos professores portugueses, a situação é diferente. No caso português verificou-se de certa forma o contrário, apesar de no questionário prévio encontrarmos mais respostas que se reportavam aos modelos como reproduções da realidade, na entrevista e durante as apresentações das sequências didáticas e nas aulas observadas pela pesquisadora, os professores de uma forma geral, manifestaram o cuidado em se referirem aos modelos como representações parciais de algo, construídas com um determinado propósito e baseados em determinadas teorias. Esta discrepância entre o que os professores mencionam e as suas práticas poderá ser explicada pela dificuldade que alguns autores referem em se aceder ao pensamento dos professores (LYONS; FREITAG; HEWSON, 1997) ou pelas particularidades deste tipo de questionários estruturados que embora sejam de resposta rápida, condicionam o tipo de resposta dos professores (COHEN; MANION; MORRISON, 2007). No caso brasileiro pensa-se que a escolha inicial foi aleatória e condicionada pelas opções disponíveis, não refletindo o conhecimento de alguns professores. No caso português, a discussão acerca dos modelos durante a formação serviu essencialmente para que estes revivessem noções abordadas, somente, na formação inicial, e que de certa forma estavam um pouco “esquecidas” e, por isso, as dificuldades e incoerências apresentadas no questionário prévio, o que significa alguma insegurança nesta noção. Todavia, após a abordagem deste tópico em uma das sessões da formação vários professores apresentaram uma maior segurança em relação a este aspecto.

Em relação à segunda questão de pesquisa, em que procurávamos conhecer as abordagens utilizadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula, verificamos que no caso do Brasil dois grupos (A e C) apresentaram propostas com abordagens semelhantes e dois grupos com abordagens diferentes das anteriores (B e D). Os grupos A e C apresentaram uma sequência didática, cujas estratégias escolhidas preconizam visões construtivistas de aprendizagem. O objetivo principal é envolver o aluno na construção

do conhecimento através de uma série de estratégias articuladas (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010) consideradas típicas das abordagens construtivistas como, por exemplo, iniciar a aula com uma questão ou com uma situação problema, conduzir uma demonstração ou mostrar um vídeo com o objetivo de elicitare as interpretações dos alunos, havendo sempre uma preocupação de assegurar um ambiente que contemple os planos afetivo e cognitivo (HODSON, 1998). A utilização das visualizações serve os propósitos anteriormente mencionados, permitindo outras formas de construção de conhecimento e de comunicação (LINN, 2003; VYGOSTKY, 1981).

Neste caso pensa-se que o uso destes recursos, nomeadamente os multimídia, serviu para a adoção de uma abordagem inovadora ao desafiar a compreensão e a reflexão dos alunos (COX et al. 2003). Da mesma forma, em ambos os casos, os professores utilizaram estes recursos quer para contextualizar as situações, quer para representar o conhecimento de diferentes modos (verbal e não verbal) (MORENO; MAYER, 2007). Em alguns momentos o uso destes recursos serviu para a visualização de fenômenos submicroscópicos que de outra forma seriam difíceis de descrever (LINN, 2003). No caso do Grupo A verificou-se uma ênfase maior na construção social do conhecimento, tendo os professores concebido duas tarefas (modelagem e jogo interativo), cuja estratégia de utilização assentava na socialização dos conhecimentos (modelos mentais) elaborados nas aulas anteriores.

Os grupos B e D apresentaram propostas mais próximas das abordagens tradicionais de ensino, embora o Grupo B procurasse centrar, em determinados momentos, o ensino no aluno, este desvio apresentava muitas características do ensino por descoberta, uma vez que, na maioria das vezes, essa participação restringe-se a comentar o que observou, ou seja, a mostrar o que descobriu (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002). O Grupo D manifestou diversas dificuldades em elaborar a sequência didática e, apesar de em alguns momentos (utilização dos recursos multimídia interativos) procurar envolver o aluno na sua aprendizagem, nas restantes atividades prevalecia a exposição/transmissão dos conhecimentos pelo professor, adotando assim uma abordagem de caráter tradicional (MIZUKAMI, 1986).

A divergência nas abordagens entre os grupos A, C e, B e D poderá ser explicada por diversos fatores. Tanto no grupo A como no grupo C, encontramos professores muito interessados na temática da ação de formação e empenhados em melhorar as suas práticas profissionais, procurando novos recursos, como se pode ver na Tabela 6.2. Em ambos os grupos, todos os professores procuraram envolver-se ativamente nas tarefas da ação de

formação e trabalharam colaborativamente no desenvolvimento da sequência didática, com o grupo C a conseguir aplicá-la em sala de aula. Nos dois grupos existiam professores com larga experiência profissional (PB5 no grupo A com dezoito anos e PB11, no grupo C com dezesseis anos) que se mostraram habituadas a elaborar sequências didáticas e a trabalhar com o referencial pedagógico de Delizoicov de base construtivista. Da mesma forma, embora a maioria dos professores apresentasse uma carga horária letiva semanal elevada (mais de 30 horas), também existiam em cada grupo professores mais disponíveis (PB8 e PB13, no Grupo A e PB12 no Grupo C) para investirem na elaboração da sequência didática. Salientando-se, igualmente, a existência em cada grupo de pelo menos um professor (PB13 no grupo A e, PB11 e PB12 no grupo C) com bom nível de conhecimentos em informática e, portanto, uma grande confiança em trabalhar com recursos TIC.

Nos grupos B e D, apesar do interesse geral dos professores pelo tema e pela ação de formação, nitidamente no grupo D, só os professores PB9 e PB10 elaboraram a sequência didática, nas vésperas de a apresentarem ao grupo em formação sem a contribuição de PB6. Desta forma, o Power Point da sequência é pobre em detalhes, sem elementos de ligação entre as várias atividades, com estratégias voltadas para um ensino tradicional (MIZUKAMI, 1986). Salientamos igualmente, que o professor mais experiente deste grupo (PB10) apresentava uma carga letiva semanal de 48 horas e PB9, 42 horas letivas, o que dificulta imenso qualquer tentativa de envolvimento em iniciativas que possam promover o uso de práticas inovadoras. Da mesma forma no Grupo B, embora uma das professoras (PB4) apresentasse uma larga experiência pedagógica e bons conhecimentos de informática, lecionava 60 horas semanalmente, restando, por isso, pouco tempo para investir na elaboração de uma sequência didática de carácter inovador, limitando-se a reproduzir aquilo que geralmente efetuava nas suas práticas. Os outros dois professores deste grupo, apesar de interessados apresentavam várias dificuldades quer ao nível pedagógico quer ao nível da utilização das ferramentas TIC, sendo assim, contribuíram dentro das suas possibilidades para a elaboração da sequência.

No que diz respeito ao caso de Portugal, os cinco grupos analisados (A, B, C, D e E), também apresentaram abordagens diferentes. Aqui se salienta, de novo, que no caso português, os professores tiveram mais tempo para elaborar a sequência didática e para aplicá-la em sala de aula. Sendo assim, de uma forma geral as sequências didáticas são mais pormenorizadas do que as do caso do Brasil, contendo todos os elementos indispensáveis para

a sua caracterização e implantação em sala de aula. Neste caso, detectamos três abordagens de base construtivista (grupos A, D e E), uma abordagem de caráter tradicional (Grupo C), e uma abordagem mista (Grupo B), oscilando entre estratégias de base mais construtivista e estratégias mais conotadas com um ensino por descoberta.

Em relação aos grupos A e E, a opção por um ensino de baseado nas teorias construtivistas da aprendizagem é manifestada claramente nas introduções dos relatórios elaborados pelos dois grupos. As estratégias utilizadas (colocação de situações problema, levantamento de hipóteses pelos alunos, confirmação das hipóteses e partilha dos resultados obtidos pelos alunos) são típicas de um ensino centrado no aluno, em que este tem um papel ativo na sua aprendizagem (ABELL; APPLETON; HANUSCIN, 2010; HODSON, 1998) e foram intencionalmente escolhidas pelos professores. No Grupo D, embora no relatório final, não se observe uma ênfase na visão construtivista por parte dos professores, o tipo de estratégias articuladas, na sequência didática, têm como objetivo o envolvimento do aluno na sua aprendizagem, sendo este auxiliado pelo professor e pelos recursos selecionados por este. No caso dos Grupos A e E, a opção clara e segura por estes novos modelos de ensino parece provir do fato de três das quatro professoras envolvidas nestes grupos apresentarem uma pós-graduação na área da educação ao nível do mestrado. Sendo assim, o contato com estas novas abordagens é anterior a esta formação e as suas práticas refletem já estas novas concepções sobre ensino. No caso do Grupo D, embora nenhuma das professoras apresente um mestrado, estas concluíram a sua formação inicial na década passada, pelo que, muito provavelmente já tiveram a oportunidade de discutir novas abordagens pedagógicas que aparecem já nas suas práticas, salientando, ainda que uma das professoras PP2, colabora em projetos com uma universidade, o que facilita o acesso a este conhecimento gerado e mantido muitas vezes na academia.

Em relação ao Grupo C, como já foi referido no capítulo anterior, há nitidamente, de acordo com Mizukami (1986), uma exposição/transmissão dos conteúdos por parte do professor com o auxílio dos recursos, devendo o aluno no final desta exposição compreender, identificar, distinguir e reconhecer conceitos. Ainda segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2002), os recursos visuais são usados para demonstrar e valorizar a exposição dos conteúdos, trabalhando-se ao nível da memória e da atenção, exibindo os alunos uma passividade cognitiva face a esses conhecimentos (ALMEIDA, 2001).

O Grupo B apresenta uma abordagem mista, embora as professoras se posicionem como adeptas da perspectiva que reconhece o conhecimento como uma construção pessoal, as estratégias utilizadas fragilizam, segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2002), a elaboração conceitual, uma vez que estas se centravam frequentemente em “descobrir algo” em vez de “descobrir o porquê”. Desta forma, apesar da abordagem se distanciar da tradicional, a aprendizagem do aluno faz-se, muitas vezes, a partir das observações sensoriais (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002), sem se efetuar uma ligação a quadros teóricos de referência, embora este fosse um dos objetivos do grupo. Todavia, em alguns momentos a intervenção das professoras é realizada com o objetivo de levar o aluno a explicar o que observou, ou seja, no sentido de uma elaboração/construção pessoal. Sendo assim, verificamos a ausência de alguns elementos da abordagem construtivista (questões ou situações problema, formulação de hipóteses, confirmação das hipóteses, etc.), o que vem ao encontro de alguns dados da literatura que sugerem que a implementação do construtivismo em sala de aula não é fácil (BAVISKAR HARTLE; WHITNEY, 2009). Segundo este estudo, além das planificações não conterem várias estratégias típicas desta abordagem, apresentam estratégias de outras abordagens como se verificou com este grupo.

Em termos de tipos de visualizações escolhidas, predominam, em ambos os estudos de caso, as incorporadas em tecnologia, nomeadamente as simulações. Este fato está em concordância com evidências da literatura que sugerem que a simulação multimídia é um dos aplicativos mais importantes das TIC neste momento (HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006), tendo estes professores, explorado algumas das suas potencialidades. No caso do Brasil predominou o uso de simulações de experimentos laboratoriais e experimentos que representam a natureza particulada da matéria que seriam difíceis de realizar e de observar de outra forma (HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006; RIEBER, 2005). No caso de Portugal, as simulações foram utilizadas principalmente em conteúdos de física (som e corrente elétrica), para os alunos visualizarem conceitos abstratos (DORI; BELCHER, 2007) e desta forma “facilitar um entendimento qualitativo dos fenômenos físicos” (BOTZER; REINER, 2007, p. 166). Destaca-se, igualmente, que todos os grupos se propõem a utilizar a interatividade que estes recursos permitem, no sentido que o professor ou aluno pode controlar o que vai acontecer a seguir e qual o ritmo de modificação dos parâmetros de entrada (RIEBER, 2005).

No que diz respeito à terceira questão de pesquisa, em que se procurava descrever dificuldades manifestadas pelos professores para integrarem as visualizações em sala de aula, verificou-se que em ambos os casos os professores manifestam dificuldades de nível técnico e de nível pedagógico. No entanto, no caso do Brasil as dificuldades técnicas são tanto de caráter pessoal como institucional. Alguns professores brasileiros (PB2, PB5, PB12 e PB14) manifestaram durante a formação dificuldades em usar o computador e/ou softwares de visualização (simulações, animações, etc.) ou de outro tipo necessários para a utilização de diversas visualizações computacionais. A nível institucional referem, majoritariamente, falta de computadores. Em outros casos o acesso é dificultado devido à necessidade de terem de fazer reserva antecipada da sala de informática ou, ainda, devido a questões de prioridade interna de algumas escolas que tendem a ceder estes espaços para atividades de outras disciplinas. Todas estas dificuldades estão bem documentadas na literatura (BECTA, 2004).

Em relação às dificuldades pedagógicas (pouco exploradas na literatura), alguns professores apresentam dúvidas em relação ao papel das visualizações na aprendizagem, insegurança quanto ao papel do professor e dificuldades na seleção. Algumas destas inseguranças são, igualmente, referenciadas por Webb (2010) como fatores que influenciam a utilização da tecnologia em sala de aula. As dúvidas no papel na aprendizagem estão em consonância com as concepções iniciais da maioria destes professores, em que revelaram que o principal motivo para o uso era para motivar os alunos ou para ilustrar algo. Sendo assim, a primeira dúvida começa nesta fase do “usar por quê?”. A partir do momento em que começam a introduzir estes recursos na sala de aula, surgem outras dificuldades agora relacionadas com a postura do professor face aos alunos e aos recursos, ou seja, como gerenciar todos estes elementos e as interações entre estes. Estas dificuldades refletem várias lacunas na formação inicial e continuada dos professores e falta de estudos nesta área. Alguns professores vinham adiando o encontro com a tecnologia, em sintonia com os dados de outro estudo (PONTE, 2000), porém devido a pressões externas (sendo este um dos motivos para se inscreverem no curso) começaram recentemente a envolver-se com recursos TIC, estando, por isso, no momento do curso, ainda, inseguros quanto à utilização destes recursos. Da mesma forma, a falta de formação ao nível pedagógico (ROGERS; TWIDLE, 2011) não permite a estes professores perceberem o papel e impacto que estes recursos podem ter na aprendizagem, tanto para promovê-la como para introduzir conceitos errados (NEWTON; ROGERS, 2003; RAPP, 2007). Estas constatações foram igualmente evidenciadas por Kozma e Russell (2007b) quando referem no seu trabalho, que há poucos estudos cuidadosos sobre a

introdução destes recursos em sala de aula e, por isso, a maioria dos aspectos práticos são deixados à consideração do professor.

No caso português os professores não apresentaram dificuldades pessoais em envolver-se com recursos TIC. Neste nível (técnico/operacional) referem-se apenas e, em menor número do que no caso do Brasil, à falta de computadores ou a algumas dificuldades de acesso a estes. No caso português, dado que os professores são obrigados a frequentar ações de formação continuada para o progresso na carreira e, dada a oferta sistemática deste tipo de formação (técnica) quer pelos centros de formação, quer por outras entidades, a maioria dos professores portugueses já teve oportunidade de se familiarizar com as TIC. Desta forma, as dificuldades são de carácter institucional (BECTA, 2004) que, ainda, se verificam em algumas escolas que não foram abrangidas pelo Plano Tecnológico de 2007, destinado a dotar todas as escolas públicas portuguesas com computadores e acesso à internet de banda larga. A nível pedagógico, os professores portugueses em concordância com as suas concepções, em que referem que um dos principais motivos para usarem estes recursos é o seu impacto na aprendizagem, demonstram, por isso, em alguns casos, insegurança quanto ao papel do professor, ou seja, como este deve interagir com os alunos na presença destes recursos. Este fato parece-nos natural, não tendo dúvidas quanto à importância das visualizações na aprendizagem dos alunos, as dificuldades surgem mais tarde em sala de aula, ou seja, na prática, quando têm de orientar os alunos face a estes recursos, no sentido de explorar todas as suas potencialidades. As restantes dificuldades (seleção e adaptação em sala de aula) são comuns a ambos os casos. Contudo, no caso português ao nível pedagógico as principais dificuldades situavam-se na seleção, dado o extenso número de recursos acessíveis aos professores e, mais uma vez, devido à ausência de discussão desta temática quer na formação inicial ou na continuada que os próprios professores declararam no questionário prévio.

Considerações metodológicas

No que diz respeito à metodologia utilizada consideramos que esta permitiu encontrar resposta para cada uma das questões de pesquisa. Desta forma, torna-se pertinente tecer algumas considerações sobre os instrumentos de recolha de dados, o método analítico seguido, a representatividade, validade e fiabilidade do estudo. Em relação à primeira questão de estudo, que teve como finalidade identificar mudanças na concepção acerca do uso das visualizações, optou-se pelo uso de um questionário num momento pré-formação e pela

utilização de uma entrevista semiestruturada, de documentos escritos pelos professores, notas de campo e registos audiovisuais em um momento pós-formação.

As respostas ao questionário permitiram que os professores de ambos os países apresentassem uma diversidade de argumentos que traduziu crenças, interpretações e conhecimentos sobre a natureza e o papel das visualizações no processo de ensino-aprendizagem, com especial ênfase nos modelos. A análise dos documentos escritos e das transcrições dos registos audiovisuais da comunicação oral e da entrevista semiestruturada permitiu aceder às concepções destes professores num momento pós-formação. Os argumentos apresentados pelos professores no questionário convergiram em alguns aspectos e divergiram noutros e a sua modificação foi heterogênea quer na extensão das mudanças, quer nos conteúdos. Este fato observou-se entre professores de cada um dos casos e quando se compara um caso com o outro. Salienta-se aqui a dificuldade em aceder às concepções prévias dos professores em relação à noção de modelo, nomeadamente no caso do Brasil em que apesar das repostas iniciais em relação à natureza dos modelos aparentarem um conhecimento mais próximo do aceitável pela comunidade científica, na realidade constatou-se a existência de várias lacunas neste aspecto. A triangulação de dados permitiu, no entanto, perceber que estes professores não possuíam o nível de entendimento acerca da natureza dos modelos que os resultados iniciais pareciam demonstrar. A partir dos documentos escritos, das respostas à entrevista semiestruturada e pelos registos audiovisuais foi possível perceber a insegurança da maioria destes professores em relação a estas ferramentas e produtos da ciência (FERREIRA; JUSTI, 2008). Reconhece-se, portanto, que estes constituíram instrumentos eficazes para o acesso às concepções dos professores em dois momentos, cujo processo de análise foi efetuado através do método do questionamento e comparação constantes (STRAUSS; CORBIN, 2008) para definir as categorias e subcategorias que possibilitaram a descrição das mudanças ocorridas.

No que diz respeito à segunda questão de estudo, as abordagens utilizadas pelos professores para integrarem os recursos visuais, os dados foram coletados recorrendo a vários instrumentos, nomeadamente registos audiovisuais das sessões de apresentação das sequências didáticas e vários documentos escritos dos professores, apresentações em *Power Point* de cada grupo, sequência didática e relatórios finais, notas de campo da pesquisadora das sessões e das aulas observadas pela pesquisadora. A utilização de diferentes fontes de dados permitiu fazer a sua triangulação, aumentando a confiança dos resultados. Outros

estudos realizados sobre a colaboração entre professores e colaboradores também recorrem a este tipo de instrumentos de recolha de dados (JUSTI; GILBERT, 2003; HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006; JUSTI; van DRIEL, 2005).

Tal como na primeira questão de pesquisa, todas as informações coletadas foram objeto de codificação e categorização, usando-se o método do questionamento e comparação constantes, até à saturação das categorias (STRAUSS; CORBIN, 2008). Desta forma, foi possível classificar de acordo com a literatura educacional o tipo de abordagem utilizada por cada grupo em ambos os casos estudados.

No que concerne às dificuldades encontradas pelas professoras durante a concepção e utilização de atividades com recurso a ferramentas visuais, usaram-se como instrumentos de coleta de dados as entrevistas realizadas após a formação, registos audiovisuais das sessões de apresentação das sequências didáticas e notas de campo e documentos escritos dos professores. Mais uma vez, a utilização de vários instrumentos de recolha de dados permitiu a sua triangulação. O método do questionamento e comparação constante (STRAUSS; CORBIN, 2008) foi novamente usado, permitindo a emergência de várias subcategorias que se referem a dificuldades evidenciadas pelos professores. Da mesma forma, o uso de vários instrumentos possibilitou a triangulação de dados, aumentando a confiança dos resultados.

No que diz respeito a algumas características metodológicas mais gerais do estudo, nomeadamente a representatividade, validade e fiabilidade do estudo apresentam-se de seguida algumas considerações. Neste estudo participaram catorze professores de Química, Ciências Naturais, Biologia e Ciências Físico-Química de cada país, distribuídos por diversas escolas, não sendo representativo do universo de professores do Brasil e de Portugal. Contudo, também não se pretendia utilizar uma amostra representativa do universo dos professores de cada um dos países, pois os objetivos centraram-se em conhecer o impacto de um curso de formação continuada nas concepções de um grupo de professores e caracterizar o seu processo de integração dos recursos visuais em sala de aula. Sendo assim, não se pretende generalizar resultados e conclusões, mas sim trazer alguns esclarecimentos quanto aos conhecimentos, crenças, gostos, dificuldades dos professores relativamente ao uso de visualizações.

Em termos de validade do estudo, utilizaram-se como instrumentos de coleta de dados a observação naturalista, a entrevista, documentos escritos e questionários, recomendados por

vários autores para levar a cabo estudos com carácter qualitativo, de natureza interpretativa (MILES & HUBERMAN, 1994; PATTON 1987, 1990; TUCKMAN, 2005). Estes instrumentos são igualmente utilizados por diversos estudos na área educacional. Para análise dos dados foi utilizado o método do questionamento e comparação constantes (STRAUSS; CORBIN, 2008), que permitiu organizar os dados coletados. Por fim, no que concerne à fiabilidade do estudo, a utilização de diversos instrumentos de coleta de dados permitiu a triangulação dos dados, aumentando a fiabilidade dos resultados obtidos (LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 1990; PATTON, 1990), possibilitando a avaliação da coerência dos dados e o despiste de fatores subjetivos. A utilização da estratégia indutiva dos dados promoveu o surgimento dos significados, atribuídos pelos professores ao fenómeno em estudo, a partir da análise dos dados, sem imposição de expectativas externas.

Relevância dos resultados obtidos

Em relação à relevância dos resultados obtidos, esta assenta fundamentalmente no levantar das problemáticas associadas à integração dos recursos visuais em sala de aula, com especial ênfase nos recursos embutidos em tecnologia e na apresentação e teste de um modelo de formação pedagógico nesta área. Este contributo só foi possível através de uma ligação entre a pesquisa e o ensino, desenvolvendo-se a partir de um trabalho colaborativo (mais evidente no caso do Brasil, devido ao formato do curso) entre a pesquisadora e dois grupos de professores em dois países.

No que diz respeito às problemáticas, estas estão relacionadas com as concepções que os professores têm acerca destes recursos, nomeadamente no papel destes recursos na aprendizagem, no papel dos professores na sala de aula durante a utilização destes recursos, na avaliação e consequente seleção destes e, ainda, na escolha das abordagens mais adequadas para a sua integração harmoniosa com os restantes elementos didáticos. Enfatiza-se, igualmente, o constatar à semelhança de outros estudos, de fragilidades específicas em relação à noção de modelo. Em alguns casos verificam-se dificuldades de carácter técnico associadas ao uso de tecnologia.

Considera-se que o plano de formação apesar de merecer algumas modificações, nomeadamente a sua extensão devia ser mais prolongada, o que não foi possível, devido a condicionantes legais em ambos os países, levou à modificação de algumas concepções e permitiu a obtenção de dados importantes acerca desta área.

A formação permitiu aos professores trabalharem colaborativamente e construírem uma sequência didática, escolhendo livremente os conteúdos de ciências e a abordagem que mais lhes interessava, integrando recursos visuais que se sentiam confiantes para usar de acordo com as condições da escola e características dos seus alunos. Preconizou-se, igualmente, a implementação de uma atividade investigativa sobre a própria prática. Desta forma pretendeu-se não só a aquisição de conhecimentos nesta área do uso das visualizações como, também, o desenvolvimento de competências de investigação e reflexão.

Desta forma testou-se um plano de formação que possibilita aos professores a vivência de experiências educacionais, indo ao encontro das suas necessidades e, consequentemente, promovendo o seu desenvolvimento profissional e algumas mudanças nas suas concepções. Todavia, reconhece-se que esta temática é complexa, a formação nesta área envolve por isso, várias vertentes e estes processos carecem de um investimento continuado, ao longo de toda a carreira profissional do professor. Deste modo, planejou-se e aplicou-se um modelo de formação continuada de professores, que os envolve em processos de reflexão centrados no planeamento de estratégias de ensino, fundamentadas teoricamente, e nas suas práticas, com recurso a um trabalho de natureza investigativa.

Para além do referido, este trabalho deu também o seu contributo para a pesquisa educacional. Com efeito, permitiu aumentar o corpo da pesquisa que procura estudar as concepções dos professores acerca do uso de recursos visuais. Pensa-se que os resultados obtidos podem contribuir para uma maior conscientização da importância de considerá-las durante a formação inicial e continuada dos professores.

Este estudo mostra a relevância do trabalho colaborativo para o planeamento e construção de uma sequência didática, considerando as Orientações Curriculares e o uso de diversos recursos visuais. Os resultados obtidos enfatizam a importância deste processo para aprendizagens dos professores, contribuindo para o seu desenvolvimento profissional. A proximidade da pesquisadora promoveu o acesso à realidade de cada grupo de professores.

Este estudo contribuiu, ainda, para o reconhecimento que a aplicação de atividades investigativas pelos professores não é fácil, requer tempo e instrumentos. A aplicação do trabalho de natureza investigativa foi realizada por todos os grupos que implementaram a sequência didática, mas na maioria dos grupos, os professores limitaram-se a analisar o que

observaram nas aulas ou algum registro escritos dos alunos. Somente o Grupo A de Portugal e o Grupo C do Brasil construíram instrumentos específicos de coleta de dados para pesquisar o impacto destes recursos na aprendizagem dos alunos. Este fato revela que os professores não estão familiarizados com as técnicas e procedimentos de um trabalho de natureza investigativa e que este necessita de mais tempo para ser desenvolvido. Deste modo, parece importante ter-se em atenção estes resultados para estudos futuros, que pretendam envolver os professores em atividades investigativas com relevância para a sua prática.

Conclusões

Este estudo permitiu a identificação das concepções de dois grupos de professores que atuam em dois contextos diferentes (Brasil e Portugal), acerca do uso de visualizações no ensino de ciências, com foco na Física e na Química. Estas concepções foram identificadas através dos argumentos expressos pelos professores em dois momentos diferentes, pré- formação e pós- formação. Estas traduziram ideias, interpretações, crenças, pensamentos e conhecimentos, relativos à natureza, papel e uso destes recursos, adquiridos ao longo da sua experiência profissional. Em termos gerais, alguns dos argumentos expressos no momento de pré- formação, referentes à noção de visualização (natureza e capacidades de visualização) revelaram-se incompletos, superficiais e pouco sólidos em ambos os grupos de professores uma vez que só um professor (Portugal) admitiu ter discutido este assunto anteriormente. Após a formação verificamos uma evolução em alguns professores de ambos os grupos nestas questões mais teóricas relacionadas com estes recursos. Porém, observamos que no caso do Brasil um maior número de professores apresenta respostas mais completas e mais seguras. No caso de Portugal a maioria dos professores continuou num momento pós- formação a manifestar as mesmas ideias, interpretações e conhecimento acerca da noção de visualização. Efetivamente, constata-se que dada a importância do tema e a quantidade de conhecimentos e contributos de várias correntes da psicologia para o uso destes recursos em sala de aula, a duração do curso acabou por se tornar insuficiente. Este fato tornou-se mais evidente no caso português. Alterar concepções enraizadas é difícil, requer mais tempo e em alguns casos um maior interesse nestas questões mais teóricas que permitem escolhas e ações mais seguras na prática.

Da mesma forma, em relação ao uso da visualizações observamos uma evolução nos argumentos dos professores nos dois casos, embora distinta e dependente da subcategoria considerada. Em relação aos motivos os argumentos iniciais são semelhantes, porém com um

maior número de professores portugueses a assumirem o seu uso para promover o processo de ensino-aprendizagem e, por outro lado, um maior número de professores brasileiros a manifestarem dúvidas quanto ao papel destes recursos na aprendizagem para além do motivacional. Desta forma, verificou-se uma maior evolução no caso do Brasil, em que os professores demonstraram com segurança ter adquirido no final do curso, um outro olhar sobre estes recursos, percebendo que a linguagem visual, também, tem um papel, igualmente, importante na aprendizagem de ciências.

No que diz respeito à subcategoria potencialidades, também observamos uma evolução nos dois grupos de professores, com os professores portugueses a diversificarem mais nos seus relatórios as potencialidades destes recursos em relação aos argumentos iniciais. Salienta-se, por isso, a importância da implementação da sequência didática em sala de aula que, infelizmente, só foi possível em um dos grupos do Brasil e da reflexão sobre essa prática. Este momento do curso revelou-se de grande importância pois possibilitou aos professores aprofundar e modificar determinadas concepções mais simplistas acerca das potencialidades destes recursos. Destaca-se, também, a relevância da exploração dos vários tipos de recursos e da sistematização das suas características em cursos de formação, que permitirá aos professores perceberem as diferentes aplicações e estratégias que podem ser adotadas durante a sua implementação em sala de aula. Simultaneamente, possibilita uma diminuição nas dificuldades técnicas dos professores com as TIC, pois requer que estes abram *links*, façam *download* de *softwares*, pesquisem imagens etc., num ambiente colaborativo.

No que concerne à terceira subcategoria critérios de escolha, também, observamos evolução acentuada nos dois grupos de professores. Todavia, no caso português, nesta subcategoria em especial, os argumentos são mais sólidos e refletidos. Mais uma vez a aplicação da sequência didática e a elaboração do relatório sobre essa aplicação, colocou os professores em uma situação em que tiveram de analisar os recursos e justificarem mais detalhadamente a sua escolha, além de terem mais tempo disponível para esta tarefa. Face a estes resultados, constatamos que à semelhança dos resultados de outros estudos (GUSKEY, 1986; 2002), verificamos que para que os professores alterem as suas concepções sobre algo, estes precisam de alterar as suas práticas e reconhecer a influência dessa mudança no processo de ensino-aprendizagem. Salienta-se, igualmente que é possível observar nos dois grupos, à semelhança de outros estudos (ERNEST, 1989; FANG, 1996; GUSKEY, 1986; JONES; CARTER, 2007; PAJARES, 1992; RICHARDSON, 1996) uma relação entre as concepções

destes professores e as suas práticas em relação ao uso destes recursos. Para os professores que apresentavam concepções mais simplistas em relação ao impacto destes recursos, o seu uso destinava-se, essencialmente a motivar os alunos e os critérios eram, igualmente, simples (algo relacionado com o conteúdo e apelativo). Em alguns casos, os professores nem chegavam a utilizar estes recursos, pois não encontravam qualquer finalidade importante para o seu uso. Para os professores que demonstravam uma noção mais abrangente das potencialidades destes recursos, o seu uso apresentava outro propósito relacionado com a construção de conhecimento e a sua escolha era mais cuidada, embora muito intuitiva, como revelaram vários professores.

No que diz respeito à noção de modelo, verifica-se em ambos os casos uma noção incompleta e complexa de alguns aspectos da noção de modelo científico num momento pré-formação. Num momento pós-formação, os professores portugueses demonstraram mais dificuldades em verbalizar com segurança respostas mais completas acerca dos aspectos da noção de modelo. No entanto, nas suas práticas revelaram um cuidado em introduzir estas visualizações como representações parciais de algo e não cópias da realidade. No caso do Brasil, este fato reverteu-se, tendo-se encontrado dois grupos em que por vezes os professores tinham tendência a apresentá-los na sequência didática como cópias da realidade, apesar destes de uma forma geral, na entrevista final, verbalizarem ideias, interpretações e conhecimentos mais completos sobre a noção de modelo, nomeadamente nos aspectos natureza e tipo de existência. Este fato parece ter sido influenciado pelo menor tempo dispendido no caso português a abordar este tópico. Desta forma, quando foram solicitados a abordar de novo este tema na entrevista final, apesar da sua concepção sobre modelo ser mais completa, em termos verbais, estes não foram capazes de exprimir as ideias, interpretações e conhecimentos acerca deste tópico. No caso brasileiro, o maior tempo dispendido e a atenção dos professores permitiu que estes verbalizassem melhor estes conceitos, mas não o suficiente para que emergisse em situações em que não eram questionados diretamente sobre este tópico, ou seja, nas suas ações com estes recursos. Estes resultados evidência não só as dificuldades em alterar as concepções dos professores de modo a que estas se reflitam nas suas próprias práticas, mas também às dificuldades em aceder aos pensamentos dos professores.

Em relação às abordagens utilizadas e respectivas estratégias, verifica-se uma predominância das abordagens construtivistas. Estes resultados estão de acordo com as

tendências observadas em outros estudos (HENNESSY et al., 2007; ROBBLEE et al. 2000). A influência destas novas abordagens de ensino foi encontrada nos dois casos, com grupos de professores a utilizarem estratégias que potenciam uma elaboração mais pessoal do conhecimento por oposição a uma transmissão deste. Em ambos os casos, verifica-se uma tendência, nestes grupos para envolver o aluno em tarefas que exploram os seus conhecimentos prévios e a construção de novos conhecimentos. Na maioria dos casos, estas tarefas eram suportadas pelo uso de TIC, o que se encontra em sintonia com os resultados encontrados por Webb (2010), em que a autora refere que muitas das inovações educacionais são possíveis e apoiadas pela tecnologia. Na maioria dos grupos, os professores procuram dar alguma autonomia aos alunos, estando, no entanto, por vezes limitada ao número de alunos por turma (caso do Brasil) e à falta de recursos TIC. Efetivamente, durante a formação foi promovido o uso destes recursos em uma perspectiva construtivista, como meios mediacionais, porém a utilização destas abordagens parece-nos, igualmente, relacionada com concepções prévias destes professores sobre a aprendizagem. Os construtos teóricos discutidos e o trabalho colaborativo permitiu-lhes ir mais longe ou adquirir outro olhar, como referem alguns professores (PP11, PB5 e PB11), concebendo e aplicando sequências onde os recursos visuais foram selecionados e utilizados de uma forma mais consciente, com o objetivo de promover a elaboração de significados.

Portanto, de acordo com Cox et al. (2003) acredita-se que estes recursos foram utilizados, majoritariamente, como “parceiros” para a introdução de pedagogias inovadoras, porém, também, encontramos grupos (B e D do Brasil e C de Portugal) em que basicamente os recursos foram utilizados para reforçar abordagens de ensino existentes. Mais uma vez, a duração do curso e o tipo de suporte dado não foi suficiente para promover, nestes grupos, a introdução destes recursos em ambientes de ensino mais inovadores onde o professor e os recursos podem desafiar a compreensão e a reflexão dos alunos, tanto através de discussões com toda a turma como através de trabalho individual (COX et al, 2003). Neste ponto, salienta-se ainda que a simulação foi o recurso visual mais utilizado pelos professores em ambos os casos de estudo o que se encontra em sintonia com as importantes características atribuídas a este recurso na literatura (RIEBER, 2005).

No que diz respeito às dificuldades para integrarem visualizações em sala de aula, foram manifestadas dificuldades pedagógicas (papel do recurso, do professor e de seleção), e dificuldades técnicas no caso de visualizações incorporadas em tecnologia. Estas dificuldades

foram apresentadas em ambos os casos, porém as dificuldades técnicas foram menos evidenciadas no caso português devido a uma maior formação e acesso dos professores portugueses às TIC. No que diz respeito às dificuldades pedagógicas, embora pouco referenciadas na literatura, estão relacionadas com a mudança de papéis dos professores e dos alunos que os recursos TIC potenciam (WEBB, 2010) e são praticamente comuns nos dois casos.

Desta forma, o curso de formação permitiu esbater algumas destas dificuldades, nomeadamente a nível pedagógico, no sentido de permitir que estes dois grupos de professores adquirissem, modificassem ou consolidassem o seu conhecimento acerca da natureza e papel destes recursos na aprendizagem, assim com o seu papel na seleção, concepção e orientação de atividades com estes recursos. A partilha de ideias e o trabalho colaborativo entre pares permitiu uma adesão muito positiva aos desafios lançados durante a formação e, em alguns casos, os professores demonstraram superar algumas das inseguranças em termos técnicos com o uso dos computadores e softwares.

Considera-se que este estudo contribuiu para investigar e alargar a dimensão da problemática que envolve a utilização dos recursos visuais em sala de aula e o seu impacto na formação de professores. Deste modo, pode-se constatar a existência de professores que neste virar de século, ainda, têm dúvidas quanto ao papel destes recursos em sala de aula e, por isso, adiam a sua introdução. Em outros casos, verifica-se a sua utilização, mas ainda muito associada a aspectos motivacionais, sem grande consciência do impacto na elaboração de significados. Com efeito, ainda, em outras situações encontramos professores que apresentam uma noção mais consolidada da influência destes recursos na aprendizagem, porém estas noções advêm sobretudo de evidências da prática, visto não terem tido a oportunidade de debaterem as questões teóricas associadas ao uso da linguagem visual e aos recursos tecnológicos baseados nesta linguagem. Da mesma forma, apresentou-se e testou-se um modelo de formação continuada assente nos desafios teóricos e práticos que se colocam aos professores quando planejam aulas com o uso destes recursos.

Implicações do estudo

Este estudo pôs em evidência algumas concepções e dificuldades de professores de dois contextos distintos para integrar visualizações em sala de aula, e desta forma permite apresentar sugestões para caminhos de pesquisas futuras. No entanto, em relação às mudanças

nas concepções, sugere-se não só a continuação da pesquisa para além da formação para se compreender se estas mudanças ainda se mantêm ou se são temporárias, assim como no caso do Brasil sugere-se a frequência de outra formação nesta área. Aliás, este foi um pedido da maioria dos professores deste grupo. De uma forma geral, manifestaram a necessidade de mais tempo, nomeadamente para aplicarem a sequência didática e para explorarem os recursos e para diversificar mais os recursos a explorar. Este fato está relacionado com a falta de confiança que vários professores apresentaram para lidar com as TIC, falta de tempo/motivação para investirem sozinhos, devido geralmente a cargas letivas semanais elevadas e, por vezes em resultado disso, ausência de trabalho colaborativo entre pares nas respectivas escolas. Embora nem sempre a falta de tempo não seja o único motivo, alguns professores mencionaram que não existe vontade/hábito de trabalho colaborativo entre pares nas escolas. Desta forma, a frequência de uma nova ação de formação centrada nas necessidades dos professores seria proveitosa, não só para permitir a estes consolidarem as mudanças nas concepções acerca destes recursos como, igualmente, para averiguar a estabilidade destas mudanças. Também, se sugere a alguns professores, nomeadamente aqueles que apresentaram maiores dificuldades (no caso do Brasil, grupos B e D) em elaborar a sequência didática, ou cujas abordagens continuaram a assentar em visões mais tradicionais do ensino (no caso do Brasil, grupos B e D e no caso de Portugal, grupos B e C), a frequentarem um plano de formação em que o foco fosse a elaboração das sequências didáticas, com recurso a estas ferramentas, em colaboração com o formador e colegas.

Outro aspecto a ser explorado relaciona-se com a prática destes professores e a pertinência de alguns conhecimentos explorados na formação relacionados com as contribuições das teorias socioculturais e da psicologia cognitiva. Apesar de após a formação os professores terem considerado importante a abordagem destas teorias que lhes permitiu olhar para estes recursos com outra perspectiva, poderá ser importante perceber como é que estes conhecimentos influenciam a prática, ou seja, como os professores selecionam, planejam e utilizam estes recursos fora do âmbito de um curso de formação continuada. Propõe-se, igualmente, que será importante perceber que outros conhecimentos são pertinentes para a adoção das pedagogias mais adequadas aos objetivos e contextos de aprendizagens dos alunos. Alguns autores destacam atualmente a necessidade de desenvolver a metavisualização nos alunos (GILBERT, 2007b; JUSTI; GILBERT; FERREIRA, 2009), sendo assim coloca-se a questão sobre o que os professores conhecem acerca destas capacidades e como estes podem introduzir atividades para promover o desenvolvimento destas capacidades nas suas aulas.

Da mesma forma, poderá ser importante compreender se estes continuam a efetuar uma pesquisa ou, pelo menos, uma reflexão sobre os recursos que utilizam, as abordagens adotadas e o impacto na aprendizagem dos alunos, fora do contexto de uma ação de formação. Relacionado com este fato, surgem outras questões: Será que as abordagens construtivistas são de fato as mais adequadas para todas as aplicações destes recursos? Como incluir estes recursos nos momentos de avaliação formal dos alunos?

Além disso, seria desejável que os professores envolvidos trocassem ideias com os colegas de escola sobre a experiência vivida e colaborassem com estes na introdução destes recursos na sua prática. Também aqui, surgem outras questões: Será que os professores conseguem manter um trabalho colaborativo com outros professores? Quais as suas potencialidades?

Em relação à necessidade de permitir aos professores uma formação de caráter acentuadamente pedagógico, no sentido de estes conceberem e partilharem diferentes abordagens, estratégias e materiais didáticos com recurso a visualizações, que tenha em conta as concepções destes, pensa-se que este trabalho seja o início de um abrir de horizontes em relação a esse aspecto. Como foi referido em capítulos anteriores, são já vários os estudos que relatam a necessidade de uma formação de caráter pedagógico, mas são poucos aqueles que enfatizam modelos de formação com este propósito.

No caso português, também, seria importante perceber até que ponto a obrigatoriedade dos professores terem de frequentar ações de formação influencia a sua participação nas ações de formação e o impacto destas nas suas práticas.

Reflexão final

O trabalho desenvolvido com os professores nos dois contextos, embora com diferentes nuances, veio reiterar a convicção da pesquisadora sobre a importância de uma formação de caráter pedagógico nesta temática. A introdução, cada vez mais frequente, da linguagem visual na sala de aula, nomeadamente através de recursos tecnológicos veio modificar a ciência que se ensina na sala de aula e, dependendo das abordagens utilizadas, também, podem modificar a forma como se ensina ciência. Estes recursos são apelativos, motivantes, captam a atenção dos alunos, mas o seu impacto na aprendizagem não se reduz a

manter os alunos mais interessados nas aulas, eles são ferramentas de construção, teste e de comunicação de conhecimento. As visualizações permitem aceder, representar e testar ideias, entidades, eventos, processos e modelos que a linguagem verbal, por si só, não permitiria, combinando muitas vezes diferentes modos (verbal e não verbal).

Desde a dissertação de mestrado se tinha consciência de algumas lacunas na formação inicial dos professores que não permitiam uma integração proveitosa destes recursos em sala de aula, de forma a promover a aprendizagem dos alunos e a evitar-se a introdução de conceitos errôneos, nomeadamente quando estas visualizações eram modelos científicos. As concepções epistemológicas indutivistas-racionalistas fortemente enraizadas na mente dos professores associadas a concepções de ensino tradicionais, implicavam a criação de atividades que pouco ou nada contribuíam para a aprendizagem dos alunos, mas que os mantêm ocupados durante algum tempo da aula, e em alguns casos contribuíam, inclusivamente, para a introdução de concepções não aceitáveis do ponto de vista científico. No caso dos professores em serviço teve-se a oportunidade de confirmar a influências destas concepções e de trabalhar com eles na sua mudança e no aprofundamento das potencialidades e especificidades destes recursos.

Sabia-se que os professores não estavam habituados a este tipo de formação em relação a estes recursos, que tem sido de carácter mais técnico, ainda por cima com a necessidade de colaborar com colegas e pesquisadora, por isso, reconhecia-se que podia existir o risco de desistência, o que veio mesmo a acontecer em poucos casos. Dos que ficaram a maioria mostrou-se agradavelmente surpresa com o tipo de formação, manifestando que era mesmo deste tipo de formação que necessitavam, outros revelaram que precisam, também, de formação técnica, mas que essa é mais fácil de encontrar.

O envolvimento dos professores e interesse demonstrado durante as sessões superou as expectativas iniciais, nomeadamente no caso do Brasil, onde nitidamente, os professores não evoluíram mais devido às difíceis condições de trabalho destes (turmas com um número elevado de alunos, elevada carga horária semanal, escassos recursos TIC ou de difícil acesso para todos os alunos e problemas de deslocações em termos de trânsito e distâncias próprias de uma grande metrópole). Salienta-se, igualmente, neste caso a agradável empatia e aceitação de uma pesquisadora/formadora estrangeira por este grupo de professores. No caso português apesar de nas sessões por vezes, o empenho e interesse, ficar abaixo do demonstrado pelos professores no Brasil, o trabalho colaborativo desenvolvido fora das

sessões permitiu a criação e aplicação das sequências didáticas por todos os grupos, a elaboração de um relatório sobre essa aplicação com o envolvimento em uma pequena atividade investigativa sobre a atividade de desenvolvida, o que se traduziu em uma maior evolução em algumas das subcategorias analisadas neste trabalho em relação às concepções dos professores.

Considera-se que este estudo poderá levar outros professores a participarem em formações desta natureza, conduzindo-os a aprender com a experiência, a participar num processo de colaboração e a desenvolver competências investigativas e reflexivas.

Salienta-se, igualmente, que a análise dos resultados obtidos permitiu a apresentação de comunicações em conferências nacionais e internacionais, assim como a publicação de artigos em revistas educacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELL, S. K.; APPLETON, K.; HANUSCIN, D. L. **Designing and teaching elementary science methods course**. New Work: Routledge, 2010.

ADLER, P.; ADLER, P. Observational techniques. In N. Denzin e Y. Lincoln (Eds.), **Handbook of qualitative research**. London: Sage Publications. 1994.

AFONSO, N. **Investigação naturalista em educação: Um guia prático e crítico**. Lisboa: ASA Editores, 2005.

ACEVEDO-DÍAZ, J. A. **La formación del profesorado de enseñanza secundaria para la educación CTS. Una cuestión problemática**, 2001. Disponível em: <<http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo9>>. Acesso em: 4 de agosto 2013

AKMAL, T.; MILLER, D. Overcoming resistance to change: A case study of revision and renewal in a US secondary education teacher preparation program. **Teaching and Teacher Education**, v 19, p. 409-420, 2003.

ALMEIDA, A. M. F. G... Educação em ciências e trabalho experimental: emergência de uma nova concepção. In A. Verissimo, M. A. Pedrosa e R. Ribeiro (Orgs.), **Ensino experimental das ciências – (Re)pensar o ensino das ciências** (pp. 51-73). Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário. 2001.

ANDERSON, L. Learners and learning. In M. Reynolds (Ed.), **Knowledge base for the beginning teacher**. Oxford, England: Pergamon Press, 1989.

ARDAC, D.; AKAYGUN, S. Effectiveness of multimedia instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. **Journal of Research in Science Teaching**, v 4, n.4, p. 317-337, 2004.

ARROIO, A. Context based learning: a role for cinema in science education. **Science Education International**, v 21, n.3, p. 131-143, 2010.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, v 24, n.11, p. 8-11, 2006.

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da Linguagem**. 12ª Edição: HUCITEC, 2006.

BALANSKAT, A.; BLAMIRE, R.; KEFALA, S. A review of studies: ICT impact on schools in Europe. **European Schoolnet**. 2006. Disponível em <http://www.ec.europa.eu/education>. Acesso em 30 de janeiro de 2012

BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. 561 p. Tese de Doutoramento. Instituto de Educação. Universidade de Lisboa. Lisboa. 2010.

BARBOSA, V. **Um contributo para o estudo da mudança na concepção do ensino das ciências**. Tese de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa. 1991.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2012. (Trabalho original em francês publicado em 1977).

BARNEA, N. Teaching and learning about chemistry and modeling with a computer-managed modeling system. In J.K. Gilbert e C. Boulter (Eds.), **Developing Models in Science Education**. Dordrecht: Kluwer, p. 307-324, 2000.

BARNEA, N; DORI, Y. J. Computerized Molecular Modeling – The New Technology for Enhancing Model Perception Among Chemistry Educators and Learners. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v 1, n. 1, p. 109-120, 2000.

BAVISKAR, S.; HARTLE, R. T.; WHITNEY, T. Essential Criteria to Characterize Constructivist Teaching: Derived from a review of the literature and applied to five constructivist-teaching method articles. **International Journal of Science Education**, v 31, n. 4, p. 541-550, 2009.

BASTOS, F. Construtivismo e o ensino de ciências. Em Roberto Nardi (Org.). Escrituras Editora: São Paulo. p. 9-25, 2005.

BENNETT, J. **Teaching and learning science: a guide to recent research and its applications**. New Work: Continuum. 2003.

BETRANCOURT, M. The animation and interactivity principles in multimedia learning. In Richard E. Mayer (Ed.). **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**, Cambridge University Press: New York, p. 287-296, 2005.

BINGIMLAS, K. A. Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning environments: A review of the literature. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v 5, n. 3, p. 235-245, 2009.

BHAWANI, V. Visualization and interactivity in the teaching of chemistry to science and non-science students. **Chemistry Education Research and Practice**, v 10, p. 62-69, 2008.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994

BOTZER, G.; REINER, M. Imagery in physics learning: from physicists' practice to naïve students' understanding. In John K. Gilbert (Eds.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p. 147-168, 2007.

BRASIL, Lei de Bases da Educação Nacional nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez.1996**: Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 6 de agosto de 2013

BRASIL. Lei nº 12.796 de 4 de abril de 2013. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 abril 2013**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/L12796.htm. Acesso em: 6 de agosto de 2013

BRASIL. Lei nº 11.502 de 11 de julho de 2007. Modifica as competências e a estrutura organizacional da fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, de que trata a Lei nº 8.405, de 9 de janeiro de 1992; e altera as Leis nºs 8.405, de 9 de janeiro de 1992, e 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, que autoriza a concessão de bolsas de estudo e de pesquisa a participantes de programas de formação inicial e continuada de professores para a educação básica. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 julho 2007**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/L12796.htm. Acesso em: 6 de agosto de 2013

BRASIL. Projeto De Lei n.º 8.035, DE 03 de Nov de 2010. Aprova o Plano Nacional de Educação para o decênio 2011-2020 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.pne.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/05/PNE-vers%C3%A3o-de-impress%C3%A3o1.pdf>. Acesso em: 8 de agosto de 2013

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, PCN⁺** Brasília: Ministério da Educação/Conselho Nacional da Educação, 2001.

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: em 10 de setembro de 10

BRASIL, Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília: Ministério da Educação/Conselho Nacional da Educação, 2001a. 10p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>. Acesso em: em 10 de setembro de 10.

BRIGGS M.; BODNER G. A Model of Molecular Visualization. In John K. GILBERT (Eds.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p. 61-72, 2007.

British Educational Communications and Technology Agency (Becta). **A review of the research literature on barriers to uptake of ICT by teachers**, 2004. Disponível em <http://www.webarchive.nationalarchives.gov.uk>. Acesso em 30 de janeiro de 2012.

BROWN, A.; DOWLING, P. **Doing research/reading research: A mode of interrogation for education**. London: Falmer Press. 1998.

BURNS, R. B. **Introduction to research: Methods**. London: SAGE, 2000.

BURTON, D.; BARTLETT, S. **Practitioner Research for Teachers**. London: Paul Chapman Publishing, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências**. Lisboa: Ministério da Educação. 2002.

CANDAU, V. M. F. Formação continuada de professores: tendências atuais. In: Reali, A. e Mizukami, M. G. N. **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: EdUFSCar, p. 139-165, 1996.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993.

CHARLIER, E. Formar professores profissionais para uma formação contínua articulada à prática. In P. Perrenoud, L. Paquay, M. Altet, & E. Charlier, **Formando professores profissionais. Quais as estratégias? Quais as competências?** São Paulo: Artmed, 2001.

COHEN, L.; MANION, L. **Research methods in education**. London: Routledge. 1994.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 5th Ed. London and New York: Routledge Falmer. 2005.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 6th Ed. London and New York: Routledge Falmer. 2007.

COOK, P. M. Visual representations in science education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. **Science Education**, v 90, p. 1073-1091, 2006.

COSTA, N.; MARQUES, L.; KEMPA, R. Science teachers' awareness of findings from education research. **Research in Science & Technological Education**, v 18 n.1, p. 37-44, 2000.

COX, M.; PRESTON, C.; COX, K. **What factors support or prevent teachers from using ICT in their classrooms?** Trabalho apresentado na Conferência Anual da Associação Britânica de Pesquisa Educacional. 1999a. Disponível em: <<http://leeds.ac.uk/educoldocuments/00001304.htm>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2012.

COX, M.; PRESTON, C.; COX, K. **What motivates teachers to use ICT?** Trabalho apresentado na Conferência Anual da Associação Britânica de Pesquisa Educacional. 1999b. Disponível em: <<http://leeds.ac.uk/educol/documents/00001329.htm>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2012.

COX, M.J.; WEBB, M.E.; ABBOTT, C.; BLAKELEY, B.; BEAUCHAMP, T.; RHODES, V. **ICT and pedagogy: a review of the literature**. Coventry and London: British Educational Communications and Technology Agency/Department for Education and Skills. 2003.

CROOK, C. Young children's skill in using a mouse to control a graphical computer interface. **Computers and Education**, v 19, p. 199-207, 1996.

CHAPMAN, V. L. Inexpensive space-filling molecular models useful for VSPR and symmetry studies. **Journal of Chemical Education**, v 55, n. 12, p. 798-799, 1978.

CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. F. The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. **Chemistry Education Research and Practice**, v 8, n. 3, 274-292, 2007.

CHRISTOPHERSON, J.T. **The growing need for visual literacy at the university**. Paper presented at the 28th annual conference 'Visionquest: Journeys towards Visual Literacy' of the International Visual Literacy Association, Cheyenne. Wyoming, 1997.

DA-SILVA, C.; MELLADO, V., RUIZ, C.; PORLÁN, R. Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. **Science Teacher Education**, v 91, p. 461-491, 2007.

DAY, C. **Desenvolvimento profissional de professores: Os desafios da aprendizagem permanente**. Porto: Porto Editora. 2001 (Trabalho original em inglês publicado em 1999).

DENZIN, N. K. The art and politics of interpretation. In N. Denzin, e Y. Lincoln (Eds.), **Collecting and interpreting qualitative materials**. Thousand Oaks, CA, CA: Sage Publications. 2003.

DEWEY, J. **How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process**. Boston, MA: Houghton Mifflin. 1998. (Trabalho original publicado em 1933)

DORY, Y. J.; BARNEA, N. In-service chemistry teachers training: the impact of introducing computer technology on teacher's attitudes and classroom implementation. **International Journal of Science Education**, v 19, p.577-592, 1997.

DORY, Y. J.; BELCHER, J. Learning electromagnetism with visualizations and active learning. In John K. Gilbert (Eds.). **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p.187-216, 2007.

DORY, Y. J.; BATAK, M. Virtual and physical molecular modeling: fostering model perception and spatial understanding. **Educational Technology and Society**, v 4, n. 4, p.295-305, 2001.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. **Educational Research**, v. 23, n.7, p.5-12, 1994.

DUIT, R.; TREAGUST, D.F. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. **International Journal of Science Education**, v 25, p.671-688, 2003.

DUSCHL, R.A.; WRIGHT, E. A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. **Journal of Research in Science Teaching**, v 26, n. 6, p. 467-501, 1989.

EALY, J.B. A student evaluation of molecular modeling in first year college chemistry. **Journal of Chemical Education and Technology**, v 8, n. 4, p.309-321, 1999.

ELLIOTT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. Tradução de PEREIRA, E. M. A. In: **Cartografias do trabalho docente - professor(a)-pesquisador(a)**, GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D. e PEREIRA, E. M. (orgs). Campinas: Mercado das Letras, 1998.

ERIKSON, F. Qualitative research methods for science education. In: B. J. Fraser; K. J. Tobin (Orgs.), **International Handbook of Science Education**, Part one, Kluwer Academic Publishers, 1998.

ERNEST, P. The knowledge, beliefs, and attitude of the mathematics teacher: A model. **Journal of Education for Teaching**, v 15, p.13-34, 1989.

ESTRELA, M. Realidades e perspectivas da formação contínua de professores. **Revista Portuguesa de Educação**, v 14, n. 1, p. 27-48. 2001.

FANG, Z. A review of research on teacher beliefs and practice. **Educational Research**, v 38, p. 47-65, 1996.

FEIMAN-NEMSER, S. Teacher preparation: Structural and conceptual alternatives. In R. Houston (Ed.), **Handbook of research on teacher education**. New York: Macmillan, 1990.

FELDMAN, A. Decision making in the practical domain: A model of practical conceptual change. **Science Education**, v 84, p. 606-623, 2000.

FERK, V.; VRTACNIK, M.; BLEJEC, A.; GIRL, A. Pupils' understanding of molecular structure representations. **International Journal of Science Education**, v 25, n. 10, p.1227-1245, 2003.

FERREIRA, C. R. **O uso de visualizações no ensino de Química: a formação inicial do professor de Química**.179 p. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, v 28, p. 32-36, 2008.

FONTANA, A.; FREY, J. Interviewing: The art of science. In N. Denzin, e Y. Lincoln (Eds.), **Collecting and interpreting qualitative materials**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 2005.

FLORES, M. Dilemas e desafios na formação de professores. In M. Moraes, J. Pacheco, & M. Evangelista (Eds.), **Formação de professores. Perspectivas educacionais e curriculares**. Porto: Porto Editora, 2003.

FLORES, M.; SIMÃO, A.; RAJALA, R.; TORNBORG, A. Possibilidades e desafios da aprendizagem no contexto de trabalho: Um estudo internacional. In M. Flores, & A. Simão (Org.), **Aprendizagem e desenvolvimento profissional de professores: Contextos e perspectivas**. Mangualde: Edições Pedagogo, 2009.

FORMOSINHO, J. **Formação de Professores. Aprendizagem profissional e acção docente**. Coleção Currículo, Políticas e Práticas. Porto: Porto Editora. 2009.

FORMOSINHO, J. Modelos organizacionais de formação contínua de professores. In: **Formação contínua de professores: realidades e perspectivas**. Aveiro: Universidade de Aveiro, p. 237-257, 1991.

FORMOSINHO, J.; ARAÚJO, J. M. Formação contínua de professores em Portugal (1992-2011): os efeitos de um sistema de formação. **Educere et Educare – Revista de Educação**, v 6, n. 11 – 1º Semestre de 2011

FREIRE, A. M. Um olhar sobre o ensino da Física nos últimos cinquenta anos. **Revista de Educação**, v III, n. 1, p. 37-49. 1993.

FREIRE, A. M. Mudança de concepções de ensino dos professores num processo de reforma curricular. In ME-DEB (Coord.), **Flexibilidade curricular, cidadania e comunicação**. Lisboa: DEB, 2004.

FREIRE, A. M. **Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação**. Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Castelo Branco, 2009.

FROST, J. Resources-Language, models and ICT. In Jenny Frost e Tony Turner **Learning to teach science in the secondary school**. New York: RoutledgeFalmer, p. 166-186, 2005.

GABEL, D. Improving teaching: and learning through chemical education research: a look to the future. **Journal of Chemical Education**, v 76, p.548-554, 1999.

GATTI, B. A. Análise das políticas públicas para formação continuada no Brasil, na última década. **Revista Brasileira de Educação** v. 13 n. 37 jan./abr. 2008.

GLATTHORN, A. Teacher development. In L. Anderson (Ed.), **International encyclopedia of teaching and teacher education**. Oxford, UK: Elsevier Science. 1995.

GENTER, D.; GENTER, D. R. Flowing waters or teeming crowds: mental models of electricity. In: GENTER D. e Stevens, A. L. (Eds). **Mental Models**, Hillsdale, N.J.: Erlbaum, p. 99-129, 1983.

GILBERT, J. K. Endpiece: research and development on visualization Science in Education. In John K. Gilbert (Eds.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p. 333-335, 2007a.

GILBERT, J. K. Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. In John K. Gilbert (Eds.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p. 9-27, 2007b.

GILBERT, J. K. Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In J. K. Gilbert, M. Reiner e M. Nakhleh (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, p. 3-24, 2008.

GILBERT, J. K.; BOUTLER, C. J. Learning science through models and modeling. In B. Fraser; K. Tobin (Eds.). **International Handbook of Science Education**. Dordrecht: Kluwer, p. 3-18, 1998.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In J. K. Gilbert e C. J. Boulter (Eds.), **Developing Models in Science Education**. Dordrecht: Kluwer, p. 3-18, 2000.

GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. Introduction. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, p.1-2. 2008.

GIORDAN, M. **Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008.

GIVEN, L. M. (Ed.). **The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods**. Thousand Oaks, CA, Sage Publications, Inc, 2008.

GOBERT, J. D. Leveraging Technology and Cognitive Theory on Visualization to Promote Pupils' Science Learning and Literacy. In J. K. Gilbert (ed.). **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p.73-90, 2007.

GOODSTEIN, M.; HOWE, A. The use of concrete methods in secondary chemistry instruction. **Journal of research in Science Teaching**, v 15, n. 5, p.361-366, 1978.

GRECA, I. M. Algumas metodologias para o estudo de modelos. In, F. Santos. e I. Greca (Eds.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2007.

GREENO, J. The situativity of knowing, learning, and research. **American Psychologist**, v 53, n. 1, p. 5-26, 1998.

GROSSLIGHT, L.; UNGER, C., JAY, E.; SMITH, C. L. Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. **Journal of Research in Science Teaching**, v 28, p. 799–822, 1991.

GUBA, E. **The paradigm dialog**. Newbury Park, CA: Sage. 1990.

GUBA, E., LINCOLN, Y. Competing paradigms in qualitative research. In N. Denzin, e Y. Lincoln (Eds.), **Handbook of qualitative research**. Newbury Park, CA: Sage. 1994.

GUNSTONE, R.F. The importance of specific science content in enhancement of metacognition. In P.J. Fensham, R. F. Gunstone e R.T. White (Eds.) **The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning**, London: Falmer, p.131-146, 1994.

GUSKEY, T. R. Staff development and the process of teacher change. **Educational Researcher**, v15, p. 5-12. 1986.

GUSKEY, T. Professional development and teacher change. **Teachers and Teaching: Theory and Practice**, v 8 n. 3/4, p. 381-391, 2002.

HEARNSHAW, H. Psychology and displays in GIS. In H. Hearnshaw e D. J. Unwin (Eds.) **Visualization in Geographic Information Systems**. Chichester: Wiley , p. 193-211, 1994.

HENNESSY, S., DEANEY, R., RUTHVEN, K. Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into Secondary Science teaching. **International Journal of Science Education**, v 28, n. 7, p. 701-732, 2006.

HENNESSY, S., WISHART, J., WHITELOCK, D., DEANEY, R., BRAWN, R., LA VELLE, L., McFARLANE, RUTHVEN, K., WINTERBOTTOM, M. Pedagogical approaches for technology-integrated Science teaching. **Computers & Education**, v 48 p. 137-142, 2007.

HEWSON, P. **Conceptual change in science teaching and teacher education**. Actas do National Center for Educational Research, Documentation and Assessment, Madrid. 1992.

HEWSON, P.; HEWSON, M. A. Science teachers' conceptions of teaching: Implications for teaching education. **International Journal Science Education**, v 9, n. 4, p. 425-440, 1987.

HEWSON, P. W.; KERKY, H. W.; COOK, P.A. Determining the conceptions of teaching science held by experienced high school science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v 32, n. 5, p. 503-520, 1995.

HILL, M. M.; HILL, A. **Investigação por questionário**. Lisboa: Edições Sílabo, 2012.

HYDE, R. T., SHAW, P. N., JACKSON, D. E., WOODS, K. Integration of molecular modeling algorithms with tutorial instruction. **Journal of Chemical Education**, v 72, n. 8, p. 699-702, 1995.

HODSON, D. **Teaching and learning science: towards a personalized approach**. Maidenhead: Open University Press. 1998.

HOY, A.; DAVIS, H.; PAPE, S. Teacher knowledge and beliefs. In P. Alexander e P. Winne (Eds.), **Handbook of education psychology**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 2006.

JANESICK. V. J. The dance of research design: Metaphor, methodolatry, and meaning. In N. Denzin e Y. Lincoln (Eds.), **Strategies of qualitative inquiry**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 1998.

JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental Models**. Cambridge, M.A.: Harvard University Press. 1983.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

JONES, M. G.; CARTER, G. Science teacher attitudes and beliefs. In S. K. Abell e N. G. Lederman (Eds.), **Handbook of research on science education**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, p.1067-1104, 2007.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v 24, n. 4, p.369-387, 2002.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Teachers' views on the nature of models. **International Journal of Science Education**, v 25, n. 11, p.1369-1386, 2003.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K.; FERREIRA, P. E. M. The application of a 'Model of Modelling' to illustrate the importance of metavisualization in respect of the three types of representation. In J. K. Gilbert; D. Treagust (Eds.). **Multiple representations in Chemical Education**. Springer, p. 285-307, 2009.

JUSTI, R.; van DRIEL, J. The development of science teachers' knowledge on models and modeling: promoting, characterizing, and understanding the process. **International Journal of Science Education**, v 27, n.5, p. 549-573, 2005.

JUUTI, K.; LAVONEN, J. Design-based research in science education: one step towards methodology. **Nordina**, v 4, p. 54-67, 2006.

KAGAN, D. Professional growth among beginning and pre-service teachers. **Review of Educational Research**, v 62, 129-169, 1992.

KALYUGA, S.; CHANDLER, P.; SWELLER, J. Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. **Applied Cognitive Psychology**, v 13, p.351-371, 1999.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. **Journal of Educational Computing Research**, v 32, n. 2, p. 131-152, 2005.

KOZMA, R.; RUSSELL, J. Pupils Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. K. Gilbert (ed.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p.121-146, 2007a.

KOZMA, R.; RUSSELL, J. Assessing Learning from the Use of Multimedia Chemical Visualization Software. In J. K. Gilbert (ed.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p. 299-332, 2007b.

KOZMA, R.; RUSSELL, J. Multimedia Learning of Chemistry. In Richard E. Mayer (Ed.) **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**, Cambridge University Press: New York, p. 409-428, 2005.

LEDERMAN, N.G. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. **Journal of Research in Science Teaching**, v 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEDERMAN, N.G.; ZEIDLER, D.L. Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? **Science Education**, v 71, n. 5, p. 721-734, 1987.

LESSARD-HÉBERT, M.; GOYETTE, G.; BOUTIN, G. **Investigação qualitativa: fundamentos e práticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994. (Trabalho original publicado em francês em 1990).

LICHTMAN, M. **Qualitative research in education: A user's guide**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 2006.

LINN, M. Technology and science education: starting points, research programs, and trends. **International Journal of Science Education**, v 25, n. 6, p. 727-758, 2003.

LINN, M.C., Hsi, S. **Computers, Teachers, Peers: Science learning partners**. London: Lawrence Erlbaum Associates. 2000.

LOUCKS-HORSLEY, S.; LOVE, N.; STILES, K.; MUNDRY, S.; HEWSON, P. **Designing professional development for teachers of science and mathematics**. Thousand Oaks, CA: Corwin Press. 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. S. Paulo: EPU, 1986.

LUFT, J.; ROEHRING, G. H. Capturing science teachers' epistemological beliefs: The development of the teacher beliefs interview. **Electronic Journal of Science Education**, v 11, n. 2, p. 38-63, 2007.

LYONS, L.; FREITAG, P. K.; HEWSON, P. W. Dichotomy in thinking, dilemma in action: researcher and teacher perspectives on a chemistry teaching practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v 34, n. 3, p. 239-254, 1997.

MACHADO, J. Uma singularidade portuguesa: os centros de formação de associação de escolas. In: Silva, J. N. P. (Org.). **Actas do IX Congresso Nacional dos Centros de Formação de Associação de Escolas “Formação Contínua e Qualidade da Escola”**. Guimarães: Centro de Formação Francisco de Holanda, p. 61-63, 2007.

MAGNANI, L., NERSESSIAN, N.; THAGARD, P. (eds.). **Model-based reasoning in scientific discovery**. New York: Kluwer and Plenum, 1999.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química – professores/pesquisadores**. Tese (Doutorado). Unicamp: Faculdade de Educação, Campinas, 1997.

MALDANER, O. **A Formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 1ªed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2000.

MALDANER, O.; ZANON, L.; AUTH, M. Pesquisa sobre educação em Ciências e formação de professores. In Santos, F.; Greca, I. (Eds.) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí, RS: Ed.: Unijuí, 2007.

MARQUES, M. **Formação contínua de professores de ciências. Um contributo para uma melhor planificação e desenvolvimento**. Lisboa: ASA Editores, 2004.

MATHEUS, M.R. Models in science and science education: an introduction. **Science & Education**. v 16, p. 647-652, 2007.

MAYER, R. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2001.

MAYER, R.; MORENO, R. A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. **Journal of Educational Psychology**. v 90, n. 2, p. 312-320, 1998.

MAYER, R.; MORENO, R. Aids to computer-based multimedia learning. **Learning and Instruction**,. v 12, n. 1, p.107-119, 2002.

MAYKUT, P.; MOREHOUSE, R. **Beginning qualitative research. A philosophic and practical guide**. London: Falmer Press. 1994.

McGREW, L. A. Stereoscopic projection in the Chemistry classroom. **Journal of Chemical Education**, v 49, n. 3, p.195-199, 1972.

MCLOUGHLIN, C.; OLIVER, R. Pedagogic roles and dynamics in telematics environments. In: **Telematics In Education: Trends and Issues**, Selinger, M., Pearson, J. (Eds). Oxford: Elsevier Science. p. 32–50. 1999.

MELLADO, V. Por que a los profesores de ciências nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? **Alambique**, v 40, p. 17-30, 2001.

MELLADO, V. Cambio didáctico del profesorado de ciências experimentales y filosofia de la ciência. **Enseñanza de las Ciências**, v 21, n. 3, p. 343-358, 2003.

MINITÉRIO DA EDUCAÇÃO E DA CULTURA. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=457&id=231&option=com_content&view=article. Acesso em: 5 de agosto de 2013.

MILLER, A. I. **Insight of genius imagery and creativity in science and art**. MIT Press, 2000.

MILLER, A. I. **Imagery in scientific thought: creating 20th century physics**. MIT Press, 1987.

MILLER, G.A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity to process information. **Psychological Review**, v 63, p. 81-97, 1956.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis**. Thousand Oaks, CA, CA: Sage. 1994.

MIZUKAMI, M. G. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU. 1986.

MORAIS, C.; PAIVA, J. Simulação digital e atividades experimentais em Físico-Química. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7º ano de escolaridade. **Revista de Ciência da Educação**. n. 03. 2007.

MORENO, R.; MAYER, R. Interactive Multimodal Learning Environments. **Educational Psychology Review**, v 19, p. 309-326, 2007.

MORENO, R.; MAYER, R.; SPIRES, H.; LESTER, J. The case for social agency in computer-based teaching: do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? **Cognition and Instruction**, v 19, n. 2. p. 177-213, 2001.

MORGAN, M. S.; MORRISON, M. (eds.). **Models as Mediators**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

MORTIMER, E.F.; SMOLKA, A.L.B. **Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

NERY, B. K.; MALDANER, O. A. Ações Interativo-Reflexivas na Formação Continuada de Professores. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 2, 2009.

NETO, W.N.A. A noção clássica de valência e o limiar da representação estrutural. **Química Nova na Escola, Cadernos temáticos**, v 7, n. 12, p. 13-24, 2007.

NEWTON, L.; ROGERS, L. **Teaching Science with ICT**. London, Continuum. 2001.

NEWTON, L.; ROGERS, L. Thinking frameworks for planning ICT in science lessons. **School Science Review**, v 84, n. 309, p. 113-120, 2003.

NÓVOA, A. **Formação de Professores e Trabalho Pedagógico**. Lisboa: Educa, 2002.

NRC (National Research Council). **National science education standards**. Washington, DC: National Academic Press, 1996.

NSF. **Molecular Visualization in Science Education**. Washington, DC.: National Science Foundation, 2001.

OLIVEIRA-FORMOSINHO, J. Desenvolvimento profissional dos professores. In: Formosinho, J. (Coord.). **Formação de professores**. Aprendizagem profissional e acção docente. Porto: Porto Editora, p. 221-284, 2009.

OSBORNE, J.; DILLON, J. What is the nature of scientific reasoning and what do we know about students' understanding? In Osborne, J. and Dillon, J. (eds.) **Good Practice in Science Teaching – What research has to say**. Maidenhead: Open University Press, p. 20-145, 2010.

OSBORNE, J.; HENNESSY, S. **Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions**. London: Futurelab. 2003. Disponível em: http://archive.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/secondary_science_review.pdf. Acesso em: 30 de janeiro 2012.

PAIVIO, A. **Mental representations: a dual-coding approach**. New York, USA: Oxford Unit Press, 1986.

PACHECO, J.; FLORES, M. **Formação e Avaliação de Professores**. Coleção Escola e Saberes 16. Porto: Porto Editora, 1999.

PAJARES, M. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, v 62 n. 3, p. 307-332, 1992.

PALMER, D. A Motivational View of Constructivist-informed Teaching. **International Journal of Science Education**, v 27, n. 15, p. 1853-1881, 2005.

PATTON, M. Q. **How to use qualitative methods in evaluation**. Newbury Park, CA: Sage. 1987.

PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods**. Newbury Park, CA: Sage. 1990.

PÉREZ-GOMEZ, A O Pensamento Prático dos Professores. In: NÓVOA, A (Org.) **Os Professores e a sua Formação**, Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

PIERCE, C. **Semiótica**. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PONTE, J. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In M. Brown, D. Fernandes, J. Matos, & J. Ponte (Eds.), **Educação e matemática: Temas de investigação**. Lisboa: IIE e Seção de Educação e Matemática da SPCE, 1992.

PONTE, J. P. Da formação ao desenvolvimento profissional. In APM (Ed.), **Actas do ProfMat 98**. Lisboa: APM, 1998.

PONTE, J. P. O desenvolvimento profissional do professor de matemática. **Educação Matemática**, v 31, p. 9-12 e 20. 1994.

PONTE, J. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: Que desafios? **Revista Iberoamericana de Educação**. v 24, 2000. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie24a03.htm>. Acesso em: 20 de julho de 2013

PONTE, J. P.; CHAPMAN, O. Mathematics teachers' knowledge and practices. In A. Gutierrez e P. Boero (Eds.), **Handbook of reaserch on the psychology of mathematics education: Past, present and future** . Roterdham: Sense, p. 461-494, 2006.

POOLE, M. **Beliefs and Values in Science Education**. Buckingham: Open University Press, 1995.

PORTUGAL. Lei nº46/86, de 14 de Outubro de 1986. Lei de Bases do Sistema educativo Português. **D.R. I Série**. Disponível em: <http://www.dges.mctes.pt/NR/rdonlyres/2A5E978A-0D63-4D4E-9812-46C28BA831BB/1126/L4686.pdf> . Acesso em: 05 de agosto de 2013

PORTUGAL. Lei nº384/89, de 11 de Outubro de 1989. Ordenamento Jurídico da Formação de Educadores de Infância e Professores dos Ensinos Básico e Secundário. **D.R. I Série**. Disponível em: <http://www.dre.pt/pdf1s/1989/10/23400/44264431.pdf> . Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 139-A/90 de 28 de Abril de 1990. Estatuto da Carreira de Educadores e Professores dos Ensinos Básico e Secundário **D.R. I Série, 1º suplemento**. Disponível em: <http://dre.pt/pdf1s/1990/04/09801/00020019.pdf> . Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 249/92, de 9 de Novembro de 1992. Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores. **D.R. I Série - A**. Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/1992/11/259a01/00030010.PDF>. Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 274/94, de 28 de Outubro de 1994. Altera o Decreto-Lei nº 249/92, de 9 de novembro, criando o Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua. **D.R. I Série - A**. Disponível em: <http://www.dre.pt/pdf1s/1994/10/250A00/64856489.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 207/96 de 2 de Novembro de 1996. Altera o regime jurídico da formação contínua de educadores de infância e de professores dos ensinos básicos e

secundários. **D.R. I Série - A.** Disponível em:
<http://dre.pt/pdf1sdip/1996/11/254A00/38793893.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 6/2001 de 18 de janeiro de 2001. Aprova a reorganização curricular do ensino básico. **D.R. I- A Série – nº15.** Disponível em:
<http://www.dre.pt/utl/getdiplomas.asp?iddip=20010124>. Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 15/2007 de 19 de janeiro de 2007. Altera o regime jurídico da formação contínua de educadores de infância e de professores dos ensinos básicos e secundários. **D.R. I Série – nº14.** Disponível em:
<http://dre.pt/pdf1sdip/2007/01/01400/05010547.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 272/2007 de 26 de julho de 2007. Estabelece os princípios orientadores da organização e gestão do currículo e da avaliação das aprendizagens do nível secundário de educação. **D.R. I Série – nº143.** Disponível em: http://legislacao.min-edu.pt/np4/np3content/?newsId=1261&fileName=decreto_lei_272_2007.pdf. Acesso em: 07 de agosto de 2013

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 139/2012 de 5 de julho de 2012. Estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão dos currículos, da avaliação dos conhecimentos e capacidades a adquirir e a desenvolver pelos alunos dos ensinos básico e secundário. **D.R. I Série–nº129.** Disponível em: http://www.educare.pt/educare/media/pdf/DecLei139_2012.pdf. Acesso em: 07 de agosto de 2013

PRADA, L. E. A. **Formação participativa de docentes em serviço.** Taubaté. Cabral Editora Universitária, 1997.

RAPP, D. N. Mental Models: Theoretical issues for visualizations in science education. In J. K. GILBERT (Eds.) **Visualization in Science Education.** Dordrecht: Springer, p. 43-60, 2007.

RAPP, D.; KURBY, C. The ‘Ins’ and ‘Outs’ of Learning: Internal Representations and External Visualizations. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education.** Springer, p.29-52, 2008.

REDEFOR. 2011. Disponível em: <http://www.rededosaber.sp.gov.br>. Acesso em: 8 de agosto de 2013

REDEFOR. 2011/2012. Disponível em:
<http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/redefor2011/In%C3%ADcio/tabid/2273/language/pt-BR/Default.aspx>. Acesso em: 8 de agosto de 2013

REINER, M. The Nature and Development of Visualization: A Review of what is known. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, p. 25-27, 2008.

REIS, P. (Coord.), LINHARES, E., COSTA, F., LUÍS, H., CAMPOS, J., ALVES, M. e FIGUEIREDO, M. **Relatório de Avaliação do Programa IBM KidSmart Early Learning em Portugal**. Lisboa: Escola Superior de Educação e Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. 2008. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/15650629/Integracao-das-TIC-no-jardimdeinfancia> Acesso em 5 de outubro de 2013

RICARDO, C., E. Educação CTSA: Obstáculos e Possibilidades para sua Implementação no Contexto Escolar. **Ciência & Ensino**, v 1, nov. 2007. número especial

RICHARDSON, V. The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula(Ed.), **The handbook of research in teacher education**. NewYork: Macmillan. 2nd ed., p. 102-119, 1996.

RIEBER, L.P. Multimedia learning in games, simulations, and microworlds. In Richard E. Mayer (Ed.) **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**, Cambridge University Press: New York, p549-567, 2005.

ROBBLEE, K. M.; GARIK, P.; ABEGG, G. L.; FAUX, R.; HORWITZ, P. **Using computer visualization models in high school chemistry: the role of teacher beliefs**. Paper presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association, New Orleans, LA, 2000.

ROBERTS, R. M.; TRAYNHAM, J. G. Molecular geometry: as easy as blowing up balloons. **Journal of Chemical Education**, v 53, n. 4, p.233-234, 1976.

ROBLYER, M. D.; BENNETT, E. K. The fifty literacy: research to support a mandate for technology-based visual literacy in pre-service teacher education. **Journal of Computing in Teacher Education**, v 17, p.8-15, 2001.

ROGERS, L., FINLAYSON, H. Does ICT in science really work in the classroom? Part 1, the individual teacher experience. **School Science Review**, v 84, n. 309, p. 105-111, 2003.

ROGERS, L., FINLAYSON, H. Developing Successful Pedagogy with Information and Communications Technology: how are science teachers meeting the challenge? **Technology, Pedagogy and Education**, v 13, n.3, p. 288-305, 2004.

ROGERS, L.; TWIDLE, J. **A pedagogy for teaching Science with ICT**. Trabalho apresentado na 9ª Conferencia Internacional ESERA. Lyon, França, 2011.

ROLDÃO, M. C. **Estratégias de Ensino. O saber e o agir do professor**. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão, 2009.

ROSA, M.; ARNOLDI, M. **A entrevista na pesquisa qualitativa: Mecanismos para validação dos resultados**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. A investigação-ação na formação continuada de professores de Ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 27-39, 2003.

ROTH, W-M. Situated Cognition. **The Journal of Learning Sciences**. v 10. p. 27-61, 2001.

ROTH, W-M.; POZZER-ARDENGY, L.; HAN, J. Y. **Critical Graphicacy – Understand Visual Representations Practices in School Science**. Dordrecht: Springer, 2005.

RUSSELL, J. W.; KOZMA, R. B.; JONES, T.; WYKOFF, J. Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, v 74, n. 3, p.330-334, 1997.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem, cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminuras. 2010.

SANTOS, F., GRECA, I. Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v 4, n. 1, 2005.

SANTOS, S. M. **Percurso da formação contínua de professores**. Um olhar analítico e prospectivo. Braga: Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, 2009.

SAVEC, V.; VRTACNIK, M.; GILBERT, J. Evaluating the Educational Value of Molecular Structure Representations. In J. K. Gilbert (ed.). **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, p. 269 – 300, 2007.

SCHÖN, D. **The reflective practitioner: How professionals think in action**. Aldershot Hants: Avebury, 1991.

SCHNOTZ, W. **Enabling, facilitating and inhibiting effects in learning from animated pictures.** Trabalho apresentado na Conferência: The dynamic visualizations. Center Knowledge Media Research. Tübingen, Germany, 2002.

SCHNOTZ, W.; BANNERT, M. Construction and interference in learning from multiple representation. **Learning and Instruction**, v 13, n. 2, p. 141-156, 2003.

SCHNOTZ, W.; KÜRSCHNER, C. External and internal representations in the acquisition and use of knowledge: visualization effects on mental model construction. **Instructional Science**, v 36, p. 175-180, 2008.

SEDDON, G. M.; ENIAIYUJU, P.A. The understanding of pictorial depth cues, and the ability to visualize the rotation of three-dimensional structures in diagrams. **Research in Science and Technological Education**, v 4, n. 1, p.29-37, 1986.

SEDDON, G. M.; SHUBBER, K. E. Learning the visualization of three-dimensional spatial relationships in diagrams at different ages in Bahrain. **Research in Science and Technological Education**, v 3, n. 2, p.97-108, 1985.

SILVA, A. Formação contínua de professores, construção de identidade e desenvolvimento profissional. In A. Moreira & E. Macedo (Orgs.), **Currículo, práticas pedagógicas e identidades**. Porto: Porto Editora, 2002.

SILVA, J. A formação contínua de professores. Contradições de um modelo. In M. Moraes, J. Pacheco e M. Evangelista, **Formação de professores. Perspectivas educacionais e curriculares**. Porto: Porto Editora, 2003.

SCHNETZLER, R. P. O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação. In: PACHECO, R. P.; ARAGÃO, R.M.R. (Org.) **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. CAPES/UNIMEP, 2000.

STERNBERG, R.J. **Cognitive psychology**. Forth Worth, TX: Harcourt Brace College Publishers. 1996.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Basic of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory**. Thousand Oaks, CA, CA: Sage Publications. 2008.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: effects on learning. **Cognitive Science**, v 12, p. 257-285, 1988.

TASKER, R.; DALTON, R. Research into practice: visualization of the molecular world using animations. **Chemistry Education Research and Practice**, v 7, n. 2, p.141-159, 2006.

TESCH, R. **Qualitative research. Analysis types and software tools**. Hampshire: Falmer Press. 1995.

TILLEMA, H.; KNOL, W. Promoting student teacher learning through conceptual change or direct instruction. **Teaching and Teacher Education**, v 13, p. 579–595, 1997.

THOMPSON, A. Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. Grows (Ed.), **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York, NY: Macmillan. 1992.

TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G. Chemistry: a matter of understanding representations. In: Dr Stefinee Pinnegar (Ed.). **Subject-Specific Instructional Methods and Activities**. New York: Elsevier, v 8, p. 239-267, 2001.

TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G. D.; MAMIALA, T. L. The role of sub-microscopic and symbolic representations, **International Journal of Science Education**, v 25, p. 1353-1369, 2003.

THORNDYKE, P.; STASZ, C. Individual differences in procedures for knowledge acquisition from maps. **Cognitive Psychology**, v 12, p. 137-175, 1980.

TUCKEY, H.; SELVARATNAM Studies involving three-dimensional visualization skills in chemistry. **Studies in Science Education**, v 21, p. 99-121, 1993.

TUCKMAN, B. **Manual de investigação em educação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian . 2005. (Trabalho original publicado em inglês em 1994).

UTTAL, D.; O'DOHERTY, K. Comprehending and Learning from 'Visualizations'. In John K. GILBERT et al (eds.) **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer , p. 53-72, 2008.

van DRIEL; VERLOOP, N. Teachers' knowledge of models and modelling in science. **International Journal of Science Education**, v 21, n. 11, p. 1141-1153, 1999.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Martins Fontes: S. Paulo, 2009.

VYGOTSKY, L.S. The instrumental method in psychology. In: Wertsch, J. V. (org.). **The concept of activity in Soviet psychology**. New York: ME Sharp Pub., p.134-143, 1891.

WALKER, D. No crossed wires. **TES Teacher**, 22 nov, p. 30-31, 2002.

WEEB, M. E. Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. **International Journal of Science Education**, v 27, n. 6, p. 705-735, 2005.

WEEB, M. E. Technology-mediated learning. In Osborne, J. and Dillon, J. (eds.) **Good Practice in Science Teaching – What research as to say**. Maidenhead: Open University Press, p. 158-182, 2010.

WEE, B.; SHEPARDSON, D.; FAST, J.; HARBOR, J. Teaching and learning about inquiry: Insights and challenges in professional development. **Journal of Science Teacher Education**, v 18, p. 63-89, 2007.

WELLS, G. **Dialogic inquiry**. Cambridge, USA: Cambridge Univ. Press, 1999.

WENGRAF, T. **Qualitative research interviewing: Biographic narrative and semi-structured methods**. London: SAGE, 2001.

WERTSCH, J. **La mente en acción**. Argentina: Aique, 1999.

WERTSCH, J.V. **Vygotsky e a formação social da mente**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1988.

WOLCOTT, H. F. **Writing up qualitative research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 2001.

WU, H.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, J. Promoting understanding of chemical representations: pupils' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v 38, n. 7, p. 821-842, 2001.

WU, H.; SHAH, P. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. **Science Education**, v 88, p. 465-492, 2004.

YAMANA, S. An easy constructed bicapped trigonal prism model. **Journal of Chemical Education**, v 66, n. 12, p.1022, 1989.

YERRICK, R.; PARKE, H.; NUGENT, J. Struggling to promote deeply rooted change: The 'filtering effect' of teachers' beliefs on understanding transformational views of teaching science. **Science Education**, v 81, p. 137-159, 1997.

YIN, R. K. **Case study research: Design and methods**. 3th Ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 2003.

ANEXO A

Questionários prévios utilizados no Caso do Brasil e no Caso de Portugal

Caso do Brasil

Curso de extensão

O Uso de Recursos Multimídia para ensinar conteúdos de Química

Questionário pessoal

1. Nome: _____
2. Idade: _____
3. Sexo: Feminino Masculino
4. Curso de Graduação : _____ Concluído em: _____
5. 2ª Graduação: _____ Concluído em: _____
6. Curso de pós-graduação: Capacitação Mestrado
Especialização Doutorado
7. Tempo de serviço: Efetivo _____ Eventual _____
8. Qual(ais) a(s) disciplina(s) que leciona: _____
9. Qual(ais) a(s) série(s) que leciona: _____
10. Qual a carga horária semanal em sala de aula? _____
11. Qual a carga horária de planejamento das aulas (oficial)? _____

12. Local da escola onde leciona: _____

13. A escola tem laboratório de informática? _____

14. A escola tem projetor multimídia? _____

15. Conhecimentos de inglês: Básicos ☐ Médios ☐ Bons ☐

16. Conhecimentos de informática: Básicos ☐ Médios ☐ Bons ☐

17. Quais os motivos que o(a) levaram a inscrever-se neste curso?

18. Já participou de cursos de formação continuada? Porque realiza cursos de formação continuada? Qual a frequência?

Inquérito

Visualização no ensino de Química

Objectivo: Dado o frequente e extenso uso dado pelos professores/educadores a ferramentas de visualização no ensino, pretendemos com este inquérito saber qual a sua opinião acerca do uso de visualizações e simultaneamente que concepções têm acerca destas novas ferramentas de ensino, para desenvolvimento de uma tese de doutorado que tem como objetivo final tentar contribuir para uma melhor compreensão por parte dos professores acerca do que é a visualização, para que o seu uso em sala de aula se torne cada vez mais rotineiro e eficaz.

Parte I

1. Nas suas aulas recorre à utilização de visualizações no ensino de química?

2. Se respondeu negativamente à questão anterior, indique por que motivo(s).

3. Se respondeu afirmativamente à questão 1, indique qual a frequência (raramente, frequente, muito frequente).

4. Em que tipo de conteúdo de química costuma recorrer a ferramentas visuais?

5. Que tipo de ferramentas visuais costuma usar nas suas aulas (imagens estáticas, modelos concretos, recursos multimídia: animações, simulações, vídeo, filmes, etc.)?

6. Por que motivo recorre ao uso de visualizações na sala de aula?

7. O que entende por visualização?

8. Observa algum aumento no interesse dos alunos nas aulas em que utiliza ferramentas visuais? Se respondeu afirmativamente, indique por que razão é que acha que isso acontece.

9. Você acha que os alunos precisam de alguma habilidade específica para aprender com a utilização de imagens?

10. A escolha das visualizações usadas na sala de aula é efetuada segundo algum(s) critério(s)? Em caso afirmativo, indique quais.

11.O que é para você uma imagem?

12.O que entende por capacidades de visualização?

13.Já leu alguma literatura acerca do tema visualização? Qual?

14.No seu curso de graduação este tema (uso de visualizações) foi abordado?

15.Como você se atualiza para a utilização destes recursos visuais?

16.Você se sente preparado(a) para a utilização destes recursos em suas aulas?

17.Você se sente pressionado(a) pela sua escola ou pela secretaria da educação para a utilização destes recursos visuais?

18. Tem apoio de infra-estrutura e/ou curso de formação para auxiliar na utilização de recursos visuais?

Parte II

Para cada uma das seguintes afirmações indique com (x) qual ou quais as opções que lhe parecem correctas:

1 – Um modelo é:

- a) Reprodução de algo. _____
- b) Representação parcial de algo. _____
- c) Representação total de algo. _____
- d) Imagem mental. _____

2 - Um modelo serve como:

- a) Padrão ou referência a ser seguido. _____
- b) Visualização, permitindo a uma pessoa “ver” um fenómeno. _____
- c) Forma de suportar criatividade, imaginar novos contextos e a criação da novas idéias. _____
- d) Forma de compreender ou explicar algo. _____

3 – As entidades que constituem um modelo são:

- a) Objetos. _____
- b) Eventos. _____
- c) Processos. _____
- d) Idéias. _____

4 – Um dado modelo é:

- a) O único “correto” para um fenómeno em particular. _____
- b) Um modelo de entre os possíveis para um fenómeno em particular. _____
- c) Um modelo de entre os possíveis dentro de uma sequência histórica. _____

5 – Em relação à estabilidade, um modelo ao longo do tempo:

- a) Não pode ser alterado._____
- b) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua natureza._____
- c) Pode ser alterado quando surgirem problemas com o seu uso._____
- d) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua função explicativa._____

6. - A legitimidade de um modelo científico é dada por:

- a) A pessoa que o construiu._____
- b) Um grupo na sociedade._____
- c) Uma comunidade de cientistas._____

7. - Predição

- a) Os modelos não podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades._____
- b) Os modelos podem ou não ser usados para prever comportamentos ou propriedades._____
- c) Os modelos podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades._____

Obrigado pela sua colaboração.

Caso de Portugal

Programa de formação contínua

O uso de recursos multimédia nas aulas de Física e Química

Questionário pessoal

1. Nome: _____
2. Idade: _____
3. Sexo: Feminino ☐ Masculino ☐
4. Licenciatura : _____ Concluída em: _____
5. 2.ª Licenciatura (se existir): _____ Concluída em: _____
6. Curso de pós-graduação: Mestrado: _____

Doutoramento: _____ Outro: _____
7. Tempo de serviço: _____
8. Situação Profissional: _____
9. Qual(ais) a(s) disciplina(s) que leciona: _____
10. Qual(ais) o(s) anos(s) que leciona: _____
11. Qual a carga horária semanal em sala de aula? _____
12. Local da escola onde leciona: _____
13. A escola tem equipamento de informática (computador e projetor multimédia)? _____
14. Conhecimentos de inglês: Básicos ☐ Médios ☐ Bons ☐
15. Conhecimentos de informática: Básicos ☐ Médios ☐ Bons ☐

16. Qual(ais) o(s) motivo(s) que o(a) levaram a inscrever-se neste curso?

17. Já participou em cursos de formação contínua? Por que realiza cursos de formação contínua?
Qual a frequência?

Inquérito

Visualização no ensino de Química e Física

Objetivo: Dado o frequente e extenso uso dado pelos professores a ferramentas de visualização no ensino, pretendemos com este inquérito saber qual a sua opinião acerca do uso de visualizações. Não há respostas corretas ou incorretas, todas são válidas, desde que traduzam a sua forma de pensar e de agir. Agradecemos a sua disponibilidade e colaboração.

Parte I

1. Nas suas aulas recorre à utilização de visualizações no ensino de Química e/ou Física?

2. Se respondeu negativamente à questão anterior, indique por que motivo(s).

3. Se respondeu afirmativamente à questão 1, indique qual a frequência (raramente, frequente, muito frequente).

4. Em que tipo de conteúdo de Química e/ou Física costuma recorrer a ferramentas visuais?

5. Que tipo de ferramentas visuais costuma usar nas suas aulas (imagens estáticas, modelos concretos, recursos multimédia: animações, simulações, vídeo, filmes, etc.)?

6. Por que motivo recorre ao uso de visualizações na sala de aula?

7. O que entende por visualização?

8. Observa algum aumento no interesse dos alunos nas aulas em que utiliza ferramentas visuais? Se respondeu afirmativamente, indique por que razão é que acha que isso acontece.

9. Considera que os alunos precisam de alguma competência específica para aprender com a utilização de imagens?

10. A escolha das visualizações usadas na sala de aula é efetuada segundo algum(s) critério(s)? Em caso afirmativo, indique quais.

11. O que é para si uma imagem?

12. O que entende por capacidades de visualização?

13. Já leu alguma literatura acerca do tema visualização? Qual?

14. Na sua licenciatura este tema (uso de visualizações) foi abordado? De que forma?

15. Como se atualiza para a utilização destes recursos visuais?

16. Indique se se sente preparado(a) para a utilização destes recursos em suas aulas. Explique a sua resposta

17. Indique se se sente pressionado(a) pela sua escola ou por alguma instituição externa para a utilização destes recursos visuais. Explique a sua resposta.

18. Tem apoio de infra-estrutura e/ou curso de formação para auxiliar na utilização de recursos visuais? Explique a sua resposta

Parte II

Para cada uma das seguintes afirmações indique com (x) qual ou quais a(s) opção(ões) que lhe parecem corretas:

1 – Um modelo é:

- e) Reprodução de algo. _____
- f) Representação parcial de algo. _____
- g) Representação total de algo. _____
- h) Imagem mental. _____

2 - Um modelo serve como:

- e) Padrão ou referência a ser seguido. _____
- f) Visualização, permitindo a uma pessoa “ver” um fenômeno. _____
- g) Forma de suportar criatividade, imaginar novos contextos e a criação da novas idéias. _____
- h) Forma de compreender ou explicar algo. _____

3 – As entidades que constituem um modelo são:

- e) Objetos._____
- f) Eventos._____
- g) Processos._____
- h) Idéias._____

4 – Um dado modelo é:

- d) O único “correto” para um fenômeno em particular._____
- e) Um modelo de entre os possíveis para um fenômeno em particular._____
- f) Um modelo de entre os possíveis dentro de uma sequência histórica._____

5 – Em relação à estabilidade, um modelo ao longo do tempo:

- e) Não pode ser alterado._____
- f) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua natureza._____
- g) Pode ser alterado quando surgirem problemas com o seu uso._____
- h) Pode ser alterado quando surgirem problemas com a sua função explicativa._____

6. - A legitimidade de um modelo científico é dada por:

- d) A pessoa que o construiu._____
- e) Um grupo na sociedade._____
- f) Uma comunidade de cientistas._____

7. - Predição

- d) Os modelos não podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades._____
- e) b) Os modelos podem ou não ser usados para prever comportamentos ou propriedades._____
- f) Os modelos podem ser usados para prever comportamentos ou propriedades._____

Obrigado pela sua colaboração.

ANEXO B

Caso do Brasil: Sequências Didáticas (TLS)

Grupos A, B e C

GRUPO A

Uso de recursos multimídia para estudar conteúdos de Química do Ensino Médio – FE-USP/2011

AS MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS E A TEMPERATURA

1. JUSTIFICATIVA

As mudanças de estados físicos da matéria ou mudanças de estado de agregação da matéria quando discutidas em nível molecular representam, para grande número de estudantes, uma verdadeira incógnita. Isto ocorre, pois ao ser explorada como propriedade inerente, a princípio, está vinculada a situações concretas, onde o observador pode constatar os três estados de agregação, sem noção da situação molecular. Mas passam a apresentar enormes inconsistências de aprendizagem quando a questão é ampliada para mudanças de estados e a relação com a temperatura, pois a inconsistência da visão molecular acaba por acarretar uma fragmentação na percepção da relação deste com outros conteúdos vindouros, tornando confusa a interpretação e a relação deste com outros conceitos, como: de seu uso como propriedade específica na caracterização das substâncias puras e misturas, a caracterização dos pontos de fusão e ebulição, a relação com a temperatura e a densidade, a condição energética para transformá-las, o fato de toda substância poder existir nos três estados, sua relação com outras propriedades físicas e químicas, entre outras de continuidade do tema e sua importância no sistema produtivo humano e ambiente, dificultando ao máximo a evolução para outros níveis de aprendizagem.

Em função desta problemática, propomos uma estratégia diferenciada na abordagem dessa temática, explorando o tema através de uma situação-problema bem cotidiana, mas que reforça a necessidade de contextualização para sua resolução, organizada com o uso das TICs.

Neste sentido buscamos orientação no discurso de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 202), que nos diz:

“(...) é o uso articulado da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, envolvidas nos temas, para melhor entendê-las, uma vez que essa é uma das metas a ser atingidas com o processo de ensino/aprendizagem das Ciências. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado (...).”

Nesta perspectiva a situação-problema será estruturada e dinamizada a partir dos três momentos pedagógicos sistematizados por Delizocov, Angotti e Pernambuco (2002), baseados nos princípios freireanos, através de problematização inicial, posterior organização e contextualização do conhecimento e conclusão com aplicação do conhecimento, “mediatizadas” através das TICs, com a finalidade de ampliar ao máximo a aprendizagem e desfazer as concepções alternativas gestadas pelos estudantes em suas incógnitas de aprendizagem.

Quanto ao termo “mediatização”, esclarecemos a opção, em função de seu significado pedagógico, que segundo Belloni, (2005, p.26), representa codificar as mensagens pedagógicas, traduzindo-as sob diversas formas, segundo o meio técnico escolhido (por exemplo, um documento impresso, um programa informático didático, ou um videograma). Do ponto de vista da produção de materiais pedagógicos, mediatizar significa definir as formas de apresentação de conteúdos didáticos, previamente selecionados e elaborados, de modo a construir mensagens que potencializam ao máximo as virtudes comunicacionais do meio técnico escolhido no sentido de compor um documento auto-suficiente, que possibilite ao estudante realizar sua aprendizagem de modo autônomo e independente.

Quanto ao uso das TICs, Moraes e Paiva (2007) nos fala, reconhecer todas as possibilidades didáticas decorrentes do uso das TICs com objetivos e fins educativos, devidamente integradas no currículo, significa aprender através delas mais do que aprendê-las. É englobá-las harmoniosamente com os restantes componentes desse currículo; é utilizá-las como parte importante com o objetivo de apoiar a disciplina ou conteúdo e não como um apêndice ou recurso periférico. Que também desejamos atingir a partir de sua experimentação.

1.1. Alunos a que se destina:

As atividades destinam-se a alunos da 8ª série do Ensino Fundamental II de escola da rede pública de ensino.

2. OBJETIVOS

2.1. Gerais:

- Mostrar que o conhecimento científico colabora para a compreensão do mundo e suas transformações;
- Ampliar as explicações acerca dos fenômenos da natureza;
- Colaborar para a apropriação de conceitos científicos relacionados à Química.

2.2. Específicos:

- Identificar e reconhecer as mudanças de estado físico;
- Relacionar o comportamento molecular das substâncias com a temperatura.

3. SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

- Estados físicos da matéria;
- Ciclo Hidrológico;
- Estrutura molecular da matéria.

4. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- Construir através de imagens, modelos, teorias e textos reflexivos;
- Registrar e interpretar dados;
- Explorar ambientes de aprendizagem interativos (virtuais);
- Identificar problemas e escolher caminhos para sua resolução;

- Reconhecer, compreender e contextualizar os impactos no sistema produtivo e no ambiente;
- Adotar atitudes cooperativas, criativas e reflexivas em grupo gerando uma integração social favorável;
- Interpretar fenômenos de forma crítica rompendo com o senso comum e tornar-se autônomo;
- Desenvolver a capacidade de codificar e decodificar conceitos através de várias concepções de linguagem;
- Familiarizar-se com teorias, natureza e metodologia da Ciência e relacioná-la com a CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente);
- Proporcionar a vivência de fatos e fenômenos naturais, conscientizando da possibilidade de intervenção.

5. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

Tema Gerador - As Mudanças de Estados de Estados Físicos e a Temperatura

Situação de Aprendizagem I

Objetivos, Metodologia e Estratégia:

A situação de aprendizagem tem como objetivo explorar a questão das mudanças de estados físicos em função da temperatura partindo de uma situação-problema cotidiana, mas que necessita de contextualização conceitual para sua resolução.

Toda a atividade será mediada por um roteiro (anexo 1) com questões e sequência de atividades que serão desenvolvidas ao longo das aulas, com uso de imagens por equipamento multimídia, simulações com animações, ferramentas computacionais e modelagem.

Primeira aula:

Nesta etapa serão utilizadas imagens de utensílios domésticos retirados da refrigeração, portanto passando por condensação. A imagem tem como objetivo referenciar a situação-problema fazendo reviver a memória sobre o fato.

Em sequência, as questões iniciais vão levantar os conhecimentos prévios bem como mostrará os pontos nebulosos em relação à conceituação. Na sequência as questões serão discutidas e contextualizadas e passaremos à segunda etapa da aula, uma Simulação animada do Ciclo da Água na formação das chuvas (Ciclo Hidrológico) por equipamento multimídia, que tem como finalidade explorar as mudanças de estados físicos, nomeando-as e significando-as, discutir questões sobre a interferência da temperatura (aquecendo ou resfriando em um sistema), a questão da ebulição e evaporação, outros tipos cotidianos de vaporização, a sequência formada de uma transformação para outra, outras possibilidades de transformação que não as representadas no ciclo da água e questionar a possibilidade de outros materiais poderem também passar pelos três estados da matéria. Neste caso a simulação tem como objetivo tornar visível todo o “ciclo” da água no ambiente, que servirá como referência para dedução de outras questões relacionadas a outros materiais.

Situação de Aprendizagem II

Segunda aula:

A segunda situação de aprendizagem tem como objetivo explorar o nível microscópico dos estados físicos e suas transformações em função de aquecimento ou resfriamento, através de uma situação-problema contextualizada na questão da agregação das moléculas.

Para isso será feito uso de uma simulação animada computacional que representará simbolicamente o movimento e a agregação das moléculas nas mudanças de estado em função do calor.

Neste caso a simulação servirá como ferramenta de exploração do meio microscópico do interior da matéria e ponte empírica para relação entre estados físicos e calor.

Em seguida algumas questões vão fazer a intermediação entre a agregação das moléculas e a caracterização física dos materiais e as possibilidades de mudança de um estado para outro, inúmeras vezes apenas em função do calor.

Creemos que estas duas aulas seriam suficientes para algumas questões de avaliação (Atividade de Averiguação) que findam nossa atividade, mas achamos interessante concluir com uma atividade de modelagem, onde o aluno terá oportunidade de elaborar seus modelos explicativos para responder de forma mais palpável algumas questões teóricas como as questões 03, 11, 13, e 15.

Aula 03 (se possível)

A modelagem neste caso representaria a oportunidade de trabalhar modelos mentais, criando e explorando ferramentas reais, na composição de modelos interativos e interpretativos.

Assim elaboramos uma atividade onde os alunos em grupos de até 05 componentes podem escolher com que materiais desejam trabalhar (dentro de um grupo de materiais pré-estabelecidos em função da possibilidade de uso) para representar seus modelos, junto o grupo deve também elaborar um projeto que justifique a escolha dos materiais e represente uma prévia do que ira apresentar e seu significado.

Esta atividade visa à oportunidade construção, teste e socialização dos modelos e das ideias que vão dar significado aos modelos, além de promover uma interação maior entre professor-aluno.

6. DURAÇÃO DA UNIDADE

Três aulas: Duas aulas de 50 minutos cada para desenvolvimento e uma aula de 50 minutos para avaliação.

7. MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Fotocópias dos textos, roteiros e instrumentos de avaliação;
- Computador conectado à Internet para pesquisa;
- Projetor multimídia para projeção dos *slides*;
- Materiais para modelagem: papel cartão, canetas coloridas, cola, palitos, bolas de isopor, fios de silicone, linha elástica;
- Giz e lousa.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS - ABC. *Ensino de ciências e educação básica*: proposta para um sistema em crise. Rio de Janeiro, 2007.

BELLONI, M. L. *O que é mídia-educação*. Campinas, SP: Autores Associados, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília, 1996.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNANBUCO, M. M. *Ensino de Ciências*: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R.S. *Modelagem e o "Fazer Ciência"*. Química Nova Escola, n. 28, 32-36, 2008.

LAMBACH, M. *Contextualização do ensino de química pela problematização e Alfabetização Científica e Tecnológica*: uma experiência na formação continuada de professores. 2010. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1745-8.pdf.

MORAIS, C.; PAIVA, J. Simulação digital e atividades experimentais em Físico-Química. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7º ano de escolaridade. *Revista de Ciência da Educação*. n. 03. 2007.

ANEXO

Aula 01

Situação de Aprendizagem I

Tema Gerador – As Mudanças de Estados Físicos e a Temperatura.

Situação Problema I:

É muito comum ver utensílios domésticos como: copos, tigelas, garrafas ou similares se encherem de gotículas após, retirados do refrigerador. O que provoca isso?

Observação de garrafa de água com gelo, levada pelo professor.

1 – Quem são as gotículas que aparecem nos utensílios?

2 – Por que apareceram gotículas no lado externo dos utensílios? Explique:

3 – Como a temperatura pode intervir neste processo? Explique:

4 – É possível evitar o aparecimento destas gotículas quando o utensílio é abandonado à temperatura ambiente depois de ter estado no refrigerador? Explique:

Simulação I – A Chuva

Observe o Ciclo Hidrológico.

Observação de simulação no slide - http://youtu.be/0_c0ZzZfC8c

5 - Descreva com suas palavras e com base na observação da simulação como o ambiente produz a chuva.

6 – Explique com base em suas observações na simulação, como a temperatura interfere nas mudanças de estado da água no ciclo da chuva.

7 – Quais são as mudanças de estados que ocorrem neste ciclo? Comente cada uma delas.

8 – Indique o caminho seqüencial (através de setas) das mudanças de estados físicos e seus referidos nomes no esquema abaixo, quando a substância for **aquecida**.



9 – Indique o caminho seqüencial (através de setas) das mudanças de estados físicos e seus referidos nomes no esquema abaixo, quando a substância for **resfriada**.



10 – Haveria ainda algum tipo de mudança de estado que não esta relacionada em nossas sequências acima? Pense e descreva algum fenômeno de que siga outra sequência no aquecimento ou no resfriamento que ainda não foi comentada.

11 – **Toda** substância pode passar pelos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso) **inúmeras vezes**, estando ora em determinado estado ora em outro estado físico? Justifique sua resposta.

Situação de Aprendizagem II

Situação Problema II – O nível microscópico dos materiais

Agora que já conseguimos identificar e reconhecer as mudanças de estados, pense na seguinte situação:

O que ocorre com este material a nível microscópico (invisível a olho nu) que permite agregá-lo em diversos estados físicos, ora podendo ser sólido, ora podendo ser líquido ou ainda gasoso?

12 - Elabore uma teoria que possa explique o que acontece.

Observe as figuras abaixo, cada uma delas representa um estado físico e responda as questões seqüentes.



13 – Quais as diferenças no aspecto, na forma, no volume, na possibilidade de pega-los, na possibilidade de visualizá-los. Comente cada um dos estados.

Simulação II – As moléculas

Simulação com animação das moléculas mudando de estados físicos em função da temperatura.

14 – Observe a simulação e descreva o que ocorre com as moléculas quando são aquecidas.

15 – Descreva como estão agregadas (reunidas) as moléculas em cada estado da matéria (sólido/líquido/gasoso).

Aula 03

Mudanças de Estados Físicos representados por Modelagem.

Agora que já identificamos e reconhecemos as mudanças de estados físicos e o comportamento das moléculas nos materiais ao passarem de um estado para outro, reúna um grupo com até 05 componentes e elabore um modelo que represente palpavelmente a estrutura de uma substância sólida, de uma líquida e de uma gasosa ou até mesmo um único modelo que represente as três.

Escolha dentre os materiais abaixo o que seu grupo irá utilizar e relacione, projete seu esquema (Prepare um rascunho de suas idéias) em uma folha para orientar seu trabalho, diminuir gastos e perda de tempo, mostre ao professor seu projeto e justificativa, para que o material seja providenciado e possa ser apresentado quando estiver pronto.

Materiais - Papel cartão, canetinhas coloridas, cola, bolas de isopor, palitos, fios de silicone, linha elástica.

Cada grupo pode escolher até 03 materiais para compor seu modelo.

Não se esqueça do que estudamos até aqui, seu modelo deve explicar as questões 03, 11, 13 e 15.

Atividade de Averiguação:

1. Monte uma **única figura ou painel** que represente todas as mudanças de estados físicos que observamos e identificamos até o momento, sequencialmente durante o aquecimento e durante o resfriamento.

2. Com base em suas observações você é capaz de explicar por que em meses de Verão as chuvas são muito frequentes e intensas?

3. Na grande maioria das vezes as chuvas resultam em precipitação de água líquida, no entanto algumas vezes presenciamos chuvas de granizo. Como se pode explicar este fato?

4. Explique: Se substâncias gasosas não podem ser vistas, como é possível ver a fumaça que sai dos escapamentos, das chaminés, da queima de substâncias combustíveis como a madeira, por exemplo?

5. Explique: Por que os líquidos não têm formas fixas e dependem do formato dos objetos onde estão contidos?

6. Leia atentamente os dados oferecidos abaixo e responda.

O éter etílico ($C_4H_{10}O$) é um líquido muito volátil, altamente inflamável e explosivo quando exposto diretamente a luz, também é usado como anestésico, seus pontos de fusão e ebulição são respectivamente, PF – $116^{\circ}C$ e PE $35^{\circ}C$.

a) Caso essa substância tivesse que ser transportada para um país onde as temperaturas chegassem até $50^{\circ}C$, como a província do Baluquístão, no Paquistão, onde a temperatura chegou a $52^{\circ}C$, que cuidados seriam essenciais para não causar nenhum desastre?

b) Caso estes cuidados não fossem realizado e nenhum desastre aconteça, como chegaria este material no Paquistão? Justifique sua resposta.

7. (UFF/RJ - Modificada) Joseph Cory, do Instituto Technion de Israel montou um equipamento que consiste em uma série de painéis plásticos que coletam o orvalho noturno e o armazenam num depósito situado na base do coletor. Um coletor de 30 m^2 captura até 48 L de água potável por dia. Dependendo do número de coletores, é possível produzir água suficiente para comunidades que vivem em lugares muito secos ou em áreas poluídas. A inspiração de Joseph foi baseada nas folhas das plantas, as quais possuem uma superfície natural de “coleta” do orvalho noturno. Afirma-se que a formação do orvalho resulta de:

Indique a(s) correta(s) entre os itens abaixo.

I – Uma mudança de estado físico chamada de condensação.

II – Uma mudança de estado chamada de sublimação.

III – Esta transformação é resultado do resfriamento do ambiente.

IV – É uma transformação chamada de vaporização.

V – Esta transformação é resultado do aquecimento do ambiente.

8. (UFLA/MG-modificada) Um sistema de resfriamento muito utilizado atualmente, principalmente em lugares públicos, é o ventilador com borrifador de água. As gotículas de água formadas sofrem evaporação, removendo calor do ambiente. Com relação ao processo de vaporização da água, indique a alternativa **incorreta**:

a) A vaporização é a passagem do estado líquido para o de vapor.

b) A água somente evapora quando a temperatura de $100^{\circ}C$ é atingida.

c) Durante a ebulição ocorre a vaporização do líquido.

d) A calefação é um modo de vaporização.

e) A vaporização da água é um processo que absorva calor.

9. (UFMG – modificada) Os vidros fechados de um automóvel em que viajam pessoas num dia frio, ficam no interior do veículo embaçados e cobertos de gotinhas. Explique:

- a) Quem são estas gotículas?
 - b) Por que apareceram estas gotículas?
 - c) Como a temperatura está associada a este fenômeno?
 - d) É possível evitar que os vidros fiquem embaçados e cheios de gotinha nas condições descritas acima? Justifique sua resposta.
-

10. (F. M. Pouso Alegre/MG) Observe os fatos abaixo e os relacione aos fenômenos de fusão/ebulição/condensação/sublimação/congelamento).

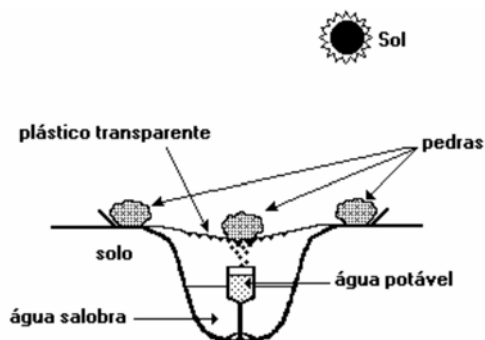
I – Gelo-seco no palco de um teatro.

II – A formação da neve.

III – A secagem de roupas no varal.

IV – O derretimento do ferro-gusa para fabricação de aço.

11. (Unicamp) A figura adiante mostra o esquema de um processo usado para a obtenção de água potável a partir de água salobra (que contém alta concentração de sais). Este "aparelho" improvisado é usado em regiões desérticas da Austrália.



- a) Que mudanças de estado ocorrem com a água, dentro do "aparelho"?
- b) Onde, dentro do "aparelho", ocorrem estas mudanças?
- c) Qual destas mudanças absorve energia e de onde esta energia provém?

GRUPO: B

Apresentação: 14/05/2011

Tema: Cinética Química

Objetivos: Ao final da aula, o aluno deverá ser capaz de compreender o mecanismo e a velocidade das reações e assim perceber que alterando as propriedades físicas, como temperatura, pressão e superfície de contato podem controlar a velocidade das reações, obtendo dessa forma, benefícios.

Conteúdo:

- Velocidade média
- Teoria das Colisões
- Teoria do Complexo ativado
- Fatores que alteram a velocidade de uma reação

Sequência de atividades:

- Simulação de experimentos com diferentes velocidades de reação.
- Velocidade de uma reação / Gráfico velocidade x tempo
- Mecanismo de uma reação
- Colisão entre moléculas (Complexo ativado e teoria das colisões)
- Fatores que alteram a velocidade de uma reação (Superfície de contato, concentração dos reagentes, temperatura, pressão e catalisadores)

Avaliação:

- Mesa redonda.
- Questões para discussão em grupo.
- Participação em aula.
- Pesquisa de imagens que ilustrem os conceitos estudados (Montagem de um mural).

GRUPO C

Cinética Química

Resumo.

A cinética química está envolvida indiretamente ou diretamente nas ações reais dos nossos estudantes como, por exemplo: dissolver comprimido em chá quente, cozinhar feijão em uma panela de pressão e alimentos que estragam fora da geladeira, com isso os professores sentem uma necessidade de ajudar os estudantes a compreender como é possível alterar o tempo dessas transformações químicas.

Para facilitar a compreensão desses fenômenos que alteram o tempo de uma interação química o uso de aulas experimentais é a melhor alternativa, mas temos muitas dificuldades como, por exemplo: tempo de preparo, turmas grandes e o tempo de aula de 45 minutos para o ensino noturno, com essa preocupação, os professores de química propõem o uso de vídeo aula experimental em sala, pois podemos ter uma possibilidade maior de interagir com os estudantes e sem se preocupar com possíveis ocasionados pelo uso do laboratório.

A nossa situação de aprendizagem está estruturada em 3 aulas com a metodologia de um tema gerador “Podemos alterar o tempo de uma transformação química?” Esse, está organizado em três momentos pedagógicos (Deizoicov 1991): Problemática inicial; Organização dos conhecimentos e Aplicação do conhecimento.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

Nossos estudantes são indagados em relação a comparações de tempo de uma interação química, baseado em situações reais.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Nesse momento, os estudantes são levados a estudar os conhecimentos sobre os fatores que influenciam uma transformação química, utilizando atividades experimentais investigativas, apresentadas através de vídeos com a interação e orientação da professora.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Pretende-se que, os nossos estudantes possam não só resolver exercícios de aplicação de fórmulas, mas possam articular os conceitos sobre cinética química refletindo, argumentando e realizando uma interação entre a situação de aprendizagem desenvolvida e as situações reais.

Objetivos:

☐ Apresentar para os estudantes situações onde possam conhecer e compreender os fatores que podem modificar o tempo de uma transformação química (concentração, temperatura e superfície de contato);

☐ Desenvolver competências e habilidades no que se diz respeito à pesquisa, socialização, interação nos experimentos;

- ☐ Leitura e escrita de texto do gênero científico.

Competências e habilidades:

- ☐ Organizar, relacionar e interpretar dados para chegar as conclusões sobre os fatores que podem alterar o tempo de uma transformação química;
- ☐ Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos sobre os fatores que alteram a rapidez do processo de deterioração dos alimentos para proposta de soluções;

Conteúdos de química:

- ☐ Transformação química;
- ☐ Fatores que influenciam transformação(concentração, temperatura e superfície de contato);
- ☐ Energia de ativação
- ☐ Complexo ativado

Estratégias de ensino:

- ☐ Vídeo aula (experimental);
- ☐ Pesquisa de campo.
- ☐ Simuladores

Avaliação:

- ☐ Questões referentes às situações diárias e a atividade experimental apresentada no vídeo;
- ☐ Soluções que exijam a aplicação dos conceitos aprendidos para a análise da pesquisa de campo.
- ☐ Sistematização de idéias individuais sobre o tema da aula.
- ☐ Avaliar a habilidade em obter informações sobre o tema predeterminado e a capacidade de sistematização e a organização em forma de apresentação oral com o uso de multimídia (PowerPoint).

Publico: 3 série do Ensino Médio diurno e noturno com classes de 40 a 45 alunos.

Quadro resumo das aulas

AULA	TEMA	MOMENTOS
1	Podemos alterar o tempo de uma transformação química?	1º momento: O professor deve indagar sobre o tema com os estudantes sobre a forma de questões diretas ou texto. 15 minutos 2º momento: passar o vídeo dos fatores que influenciam no tempo de uma transformação química. 20 minutos. 3º momento: discussão sobre as questões debatidas no início da aula. 10 minutos
2	Cinética química	1º momento: retomada da aula anterior com discussões para iniciar a parte teórica. 10 minutos 2º momento: O professor poderá levar textos científicos para explanação do tema ou apresentação em PowerPoint com o auxílio de simuladores. 20 minutos. 3º momento: Orientações sobre a pesquisa de campo de degradação dos alimentos. 15 minutos
3	Fatores que afetam a rapidez da degradação dos alimentos.	1º momento: Apresentação dos resultados da pesquisa de campo pelos estudantes 20 minutos. 2º momento: soluções apresentadas pelos estudantes sobre os fatores que afetam a rapidez da degradação dos alimentos. 25 minutos.

Aula 1

Tema: Podemos alterar o tempo de uma transformação química?

Objetivos:

- ☐ Perceber as diferentes situações e compreender os fatores que podem modificar o tempo de uma transformação química (concentração, temperatura e superfície de contato);
- ☐ Desenvolver competências e habilidades no que se diz respeito à pesquisa, socialização, interação nos experimentos;

Conteúdo de Química:

- ☐ Transformação química;
- ☐ Fatores que influenciam transformação (concentração, temperatura e superfície de contato);

Recursos:

- ☐ Data –show, computador e software ou TV e aparelho DVD
- ☐ Vídeo “ bomba efervescente “ retirado do site www.pontociencia.com.br tempo 1minuto e 34 segundos.

1º momento: O professor deve indagar sobre o tema com os estudantes sobre a forma de questões diretas ou texto.

Texto com a descrição de uma situação problema:

Um grupo de estudantes de uma escola pública foram convidados a participar de um projeto na escola, mas nesse mesmo dia tinha um grande evento na cidade, para resolver esse problema os estudantes tinham que terminar o projeto de forma mais rápida. O projeto proposto aos estudantes era de dissolver comprimido antiácido em água, como facilitador do projeto os estudantes tinham no laboratório os seguintes materiais: vários comprimidos de antiácido ;martelo; faca; água; panela e fogão.

Ajude os estudantes a resolver esse problema propondo uma ou várias soluções.

Sugestões de questões diretas:

- 1) O que é uma interação química?
- 2) Como podemos diminuir o tempo de uma reação química?
- 3) Explique sobre o tempo gasto nas seguintes interações químicas: a ferrugem de um portão e dissolução de um comprimido antiácido em água
- 4) Existem fatores que podem diminuir o tempo de uma interação química?

2º Momento: passar o vídeo dos fatores que influenciam no tempo de uma transformação química com a interferência do professor para interagir com os estudantes a cada fator apresentado.

Retomada das questões e do texto aplicado anteriormente, para auxiliar os alunos a concluir as idéias sobre o assunto.

Anexo 1: Detalhamento do vídeo: material fornecido pelo site ponto ciência.

Avaliação:

Através da realização e qualidade das respostas às questões propostas. Sistematização de idéias individuais sobre o tema da aula.

AULA 2**Tema: Cinética química****Objetivo:**

- ☐ Leitura e escrita de texto do gênero científico.

Conteúdo de Química:

- ☐ Teoria das colisões;
- ☐ Fatores que influenciam a velocidade de uma transformação química;
- ☐ Leitura de gráficos

Recursos:

- ☐ Data show e computador ou lousa e giz
- ☐ Livros didáticos ou textos com o conteúdo de cinética

1º momento: Retomada da aula anterior com discussões para iniciar a parte teórica. 10 minutos

2º momento: Explicação pelo professor para os estudantes a teoria sobre cinética com o auxílio de simuladores para explicar melhor energia de ativação e complexo ativado. 20 minutos

2º momento: Orientações sobre a pesquisa de campo degradação dos alimentos. 15 minutos.

Sugestão de roteiro para a entrevista.

Faça uma entrevista com seus familiares e amigos para avaliar que importância eles atribuem ao conhecimento dos fatores que afetam a rapidez de degradação dos alimentos e o que sabem sobre o assunto. Podem ser utilizadas as seguintes questões:

1) Você costuma observar as datas de validade quando compra um alimento?

() nunca () sempre () às vezes

Por quê?

2) Você consumiria um alimento fora do prazo de validade?

() nunca () não olho datas de validade () talvez

Por quê ?

3) Você costuma observar as condições em que os alimentos estão estocados em supermercados/feiras quando faz compras (temperatura da geladeira ou do freezer, alimentos cobertos ou descobertos, condições das embalagens)?

() nunca () sempre () às vezes

Por quê?

Anexo 2: teste sobre cinética

Avaliação:

- ☐ Avaliar a capacidade de leitura de texto científico e de sistematização de idéias

Teste de múltipla escolha sobre cinética.

AULA 3

Tema: Fatores que afetam a rapidez da degradação dos alimentos.

Objetivos:

- ☐ Desenvolver competências e habilidades no que se diz respeito à pesquisa, socialização, interação nos experimentos;
- ☐ Leitura e escrita de texto do gênero científico
- ☐ Analisar as informações coletadas nas entrevistas sobre os conhecimentos da população em relação aos fatores que podem afetar o processo de degradação dos alimentos.
- ☐ Estabelecer relações entre conceitos específicos estudados em sala de aula e as situações práticas, como a avaliação das condições de conservação de um alimento.

Conteúdos de Química:

- ☐ Transformação química;
- ☐ Fatores que influenciam transformação(concentração, temperatura e superfície de contato);

Recursos:

- ☐ Data show, PC e software ou cartaz

1º Momento: Cada grupo poderá apresentar dos resultados da pesquisa de campo pelos estudantes em PowerPoint ou cartaz.

2º momento: As soluções apresentadas pelos estudantes sobre os fatores que afetam a rapidez da degradação dos alimentos, podendo montar um mural informativo com as informações sobre a importância de conhecer as formas e limitações dos processos de conservação dos alimentos.

Avaliação:

- ☐ Avaliar a habilidade em obter informações sobre o tema predeterminado e a capacidade de sistematização e a organização em forma de apresentação oral com o uso de multimídia (PowerPoint).
- ☐ Avaliar a habilidade em analisar situações e resolver problemas.

Avaliar a capacidade de se obter informações do texto para solução de problemas.

Referências:

1. SANTOS,W.L.P. e outros. Química e Sociedade. São Paulo: Nova Geração, 2005.
2. Caderno do Professor. Química. Ensino Médio. 3ª série, 1º bimestre. 2009.
3. Proposta Curricular do Estado de São Paulo.
4. MATRIZES DE REFERÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO SARESP- QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA- Secretaria do Estado de São Paulo-2009.
5. DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos, *São Paulo, Cortez, 2002*.
6. MOURA,A.L.A. e MACHADO,A.H. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química, *Química Nova na escola* nº2 novembro de 1995.

ANEXO C

Caso de Portugal: Relatórios da aplicação da Sequência Didática (TLS)

Grupos A, B, C, D e F

GRUPO A

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



RELATÓRIO DA PLANIFICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO

**VISUALIZAÇÃO VERSUS PROFESSOR NA AULA DE FÍSICA E
QUÍMICA: QUE PAPEIS DESEMPENHAM NO PROCESSO ENSINO
APRENDIZAGEM?**



Formadores: Ana Maria Freire; Celeste Ferreira; Mónica Baptista; e Sofia Freire

**AÇÃO DE FORMAÇÃO “O USO DE RECURSOS MULTIMÉDIA NAS AULAS
DE FÍSICA E DE QUÍMICA”**

MAIO 2012

ÍNDICE

ÍNDICE DE QUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
INTRODUÇÃO	6
BREVE ENQUADRAMENTO TEÓRICO	8
OS RECURSOS MULTIMÉDIA E A TEORIA DO PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO	8
APRENDIZAGEM COMO PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO.....	8
TEORIA DA CARGA COGNITIVA.....	11
APRENDIZAGEM MULTIMÉDIA.....	13
AS COMPETÊNCIAS.....	15
RELEVÂNCIA DO RECURSO MULTIMÉDIA – SIMULAÇÃO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO	15
PLANIFICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO-FUNDAMENTAÇÃO DIDÁTICA	18
CONTEXTUALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO	18
ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO	18
AVALIAÇÃO DOS ALUNOS.....	25
MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	26
OBJETIVOS DO ESTUDO E QUESTÕES ORIENTADORAS	26
METODOLOGIA	26
PARTICIPANTES - CARACTERIZAÇÃO DA TURMA.....	27
INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	27
ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS.....	28
<i>Dificuldades Reveladas pelos Alunos na Utilização da Visualização</i>	<i>29</i>
<i>Avaliação dos Alunos sobre a Compreensão do Conteúdo Programático</i>	<i>30</i>
<i>Competências de Aprendizagem em que os Alunos Revelaram Mais Dificuldades.....</i>	<i>32</i>
CONCLUSÕES E REFLEXÃO FINAL	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
APÊNDICE - A - INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	37
APÊNDICE - B - FICHA DA ATIVIDADE	42
AGRUPAMENTO DE ESCOLAS ANSELMO DE ANDRADE	43
APÊNDICE - C - QUADRO 1	50
APÊNDICE - D - QUADRO 2	52
APÊNDICE - E - QUADRO 3	54

INTRODUÇÃO

Os professores têm vindo a ser confrontados com novas estratégias de ensino, que lhes permitem pôr o currículo atual em ação (Akmal & Miller, 2003). Essas estratégias devem ser desenhadas pelo professor de modo a fomentar o desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos ao nível do conhecimento, do raciocínio, das atitudes e da comunicação (Freire & Galvão, 2004). Também é proposto aos professores que assumam uma postura reflexiva relativamente ao seu método de ensino, de modo a perceber se o seu trabalho está a influenciar positivamente os alunos e as suas aprendizagens.

O programa de Física e Química A apresenta-se como uma via para o crescimento dos alunos e não um “espaço” curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade” (Martins et al., 2001, p. 4). O programa valoriza “relações entre experiências educacionais e experiências de vida”, incentiva o “envolvimento ativo dos alunos na busca de informação” e explora “temas atuais com valor social, nomeadamente problemas globais que preocupam a humanidade” (Martins et al., 2001, p. 5).

Neste contexto, este trabalho centra-se na implementação de uma atividade de simulação, no ponto 3.4, intitulado “ Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”, da subunidade 3 do programa de Física e Química A do 11º ano de escolaridade e pretende conhecer o impacto do uso da simulação designada por “Simulação de Equilíbrio Químico” como uma estratégia de ensino na compreensão do equilíbrio químico.

Tentamos orientar o estudo por três questões que em seguida apresentamos:

1. Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico”?
2. Qual a avaliação que os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade fazem sobre o uso da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – na compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”?
3. Em que competências os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade apresentam mais dificuldades quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – no estudo do tema Equilíbrio Químico?

Este relatório encontra-se organizado em cinco partes. Na primeira parte, inclui-se um breve enquadramento teórico relativo à utilização dos recursos multimédia na aprendizagem. Na segunda parte descreve-se a planificação da subunidade de ensino em geral e de duas aulas em particular. A terceira parte corresponde à descrição, muito sucinta, dos métodos e procedimentos utilizados na implementação desta visualização, tendo em conta o objetivo do trabalho, as questões orientadoras, os participantes e os instrumentos de recolha de dados. Na quarta parte apresentam-se os resultados de acordo com as questões orientadoras e procede-se à discussão desses mesmos resultados. No último ponto deste relatório são apresentados os aspetos mais relevantes do estudo, as limitações, o contributo do mesmo e sugerem-se possíveis modificações a uma futura implementação da visualização no estudo do Equilíbrio Químico.

BREVE ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Os Recursos Multimédia e a Teoria do Processamento de Informação

Os estudos atuais permitem afirmar que se as mensagens educativas forem elaboradas tendo por base o modo de funcionamento da mente humana, existem maiores possibilidades de conduzirem a uma aprendizagem significativa do que as que não o são.

Uma mensagem educacional multimédia é uma comunicação que contém palavras e imagens destinadas a promover as aprendizagens.

No ser humano, a aprendizagem é um processo cognitivo. O processo cognitivo dos seres humanos está diretamente relacionado com uma função específica: a memória. Para que exista aprendizagem é necessária uma memória que permita que a informação percebida seja igualmente processada, armazenada e recuperada para posterior utilização. A estrutura cognitiva humana faz com que consigamos um processamento da informação muito eficaz de uma grande quantidade de informação e de informação muito complexa.

Aprendizagem Como Processamento de Informação

Embora existam algumas variações sobre aspetos específicos do funcionamento do processamento de informação na aprendizagem, existe uma perspetiva consensual sobre o facto de a aprendizagem e a recordação serem baseados no fluxo de informação que atravessa o organismo. Os órgãos dos sentidos respondem e transmitem a informação entrada que é codificada na memória e no sistema nervoso. A informação codificada é seguida, armazenada e processada de forma a permitir que seja recuperada e trabalhada. Assim, no modelo de processamento de informação cognitiva, a mente possui componentes e processos estruturais para receber, transformar, armazenar e recuperar informação.

Iremos em seguida referir cinco componentes básicos em que se baseia este modelo:

- entrada de informação ou registos sensoriais – por exemplo, sensações auditivas e visuais que recebem informações do exterior e desempenham operações perceptuais;
- memória de curto prazo – ou seja, capacidade limitada para processamento geral de informação (armazena, durante pouco tempo e transforma as informações);
- memória de longo prazo – ou seja, capacidade, virtualmente limitada, para armazenamento de informações episódicas e semânticas

- componentes executivo – no controlo do fluxo de informações e distribuição de recursos de processamento seleciona e desempenha operações sobre as informações); e
- .espaço fechado onde se organiza a saída de informação (especulativa) – ou seja, a operação de habilidades bem-aprendidas a nível automático, requer a utilização mínima de recursos de atenção (Gerber, 1996, p.74)

Estas cinco componentes encontram-se esquematizadas no modelo da figura 1 proposto por Andre e Phyle (1986) que se segue:

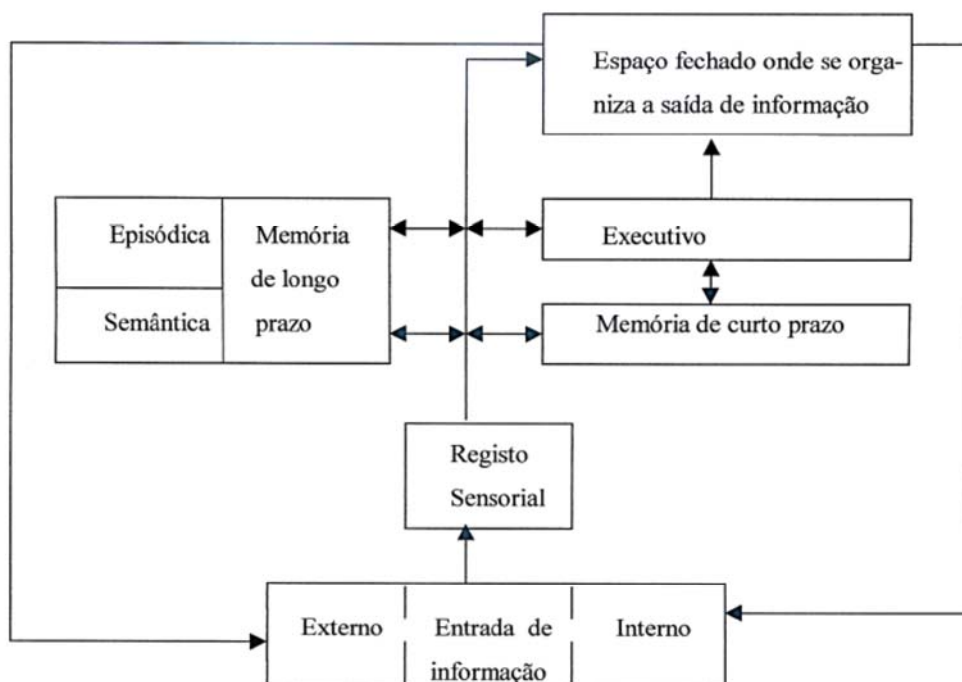


Figura 1. Modelo do sistema cognitivo (Gerber, 1966, p.75)

As informações externas são detetadas pelos sentidos.

As informações sensoriais, às quais o aluno presta atenção, são transferidas para a memória de curto prazo, onde as representações percetivas são mantidas até serem processadas.

As informações transformadas são transferidas para a memória de longo prazo para serem armazenadas.

O componente executivo controla a seleção, o processamento e a transferência das informações e inicia a recuperação das informações armazenadas. A recuperação é o terminal

de saída da informação do processo de memória. Para a informação armazenada ser recuperada deve estar não só disponível, como também acessível ao aluno. Isto é, embora a informação possa estar, em teoria, acessível, pode não ser facilmente localizável com vista à sua utilização.

Níveis diferentes de atenção vão influenciar o sistema cognitivo, conforme modificado por um espaço fechado onde se organiza a saída hipotética da informação que engloba habilidades cognitivas automáticas, ou seja, as que requerem baixos níveis de atenção.

Relativamente ao modelo do sistema cognitivo supracitado, os processos e/ou estruturas são descritas do seguinte modo:

- entrada de dados, incluindo detecção de características (processamento “bottom-up”);
- codificação de dados de entrada em padrões combinados com as informações armazenadas (processamento “top-down” e “bottom-up”);
- a organização interna da memória, em termos de informações armazenadas numa rede de níveis interconectados (conhecimento estrutural de conceitos e relações entre eles); e
- operações de ativação, propagando-se dentro de uma gama de níveis, na memória de longo prazo (em processos de nível mais elevado de compreensão e interferências). (Gerber, 1996, p.75).

O modelo de processamento de informação cognitivo dá ênfase à interação entre a memória e a atenção. A memória e a atenção desenvolvem-se ao longo da vida do aluno, sempre controladas pela inteligência, cultura e experiência do mesmo. O desenvolvimento da memória e da atenção revela a capacidade do aluno em organizar a informação e preparar a sua possível recolha mais tarde.

Segundo Gregg (1976, citado por Sequeira, 1989), «nesta organização o sistema de memória não funciona de maneira passiva captando somente o que lhe é fornecido, mas, pelo contrário, é um sistema dinâmico, capaz de decidir o que vai ser guardado e como deve ser guardado» (p.102).

A memória envolve a transferência de informações de curto prazo para longo prazo e de longo prazo para a memória funcional. Enquanto a informação processada na memória de curto prazo e funcional é relativamente limitada em quantidade e duração, a capacidade da memória de longo prazo é relativamente ilimitada.

A transferência de informação de e para a memória de longo prazo é facilitada pelo uso de estratégias como a organização e a integração da entrada de informação nova com conhecimento antigo. Fatores de desenvolvimento influenciam a extensão e a estrutura da

base de conhecimento e sua eficácia aplicada ao desempenho voluntário ou involuntário da memória.

Nesta teoria de processamento de informação cognitiva, vimos como a informação é armazenada e chamada ao consciente. Será interessante verificarmos como é que seletivamente atendemos ao que se está a passar à nossa volta, isto é, como prestamos atenção e como é que a memória influencia a atenção.

A distração e interferências podem influenciar a memória mas a níveis diferentes. Enquanto a distração ocorre no início do processo, ou seja, quando um estímulo desvia a atenção de outro estímulo, a interferência ocorre ao nível da memória de curta duração, quando os estímulos interferem e não alcançam a memória de longa duração.

Teoria da Carga Cognitiva

A teoria da carga cognitiva é uma teoria sobre modelos educativos. Fundamentalmente distingue-se de outras pelo fato de ter em conta a estrutura cognitiva do ser humano.

O sistema cognitivo tem uma capacidade limitada de processar informação, quer no canal visual-analógico, quer no canal simbólico-verbal. E por conseguinte, quando as exigências de processamento requeridas pela situação de aprendizagem ultrapassam a capacidade de processamento cognitivo causam uma sobrecarga cognitiva (Mayer & Moreno, 2003). Para Mayer e Moreno a sobrecarga cognitiva impõe uma restrição fundamental no desempenho e na capacidade da aprendizagem, no que se refere à memória a curto prazo do ser humano que apresenta capacidade limitada de armazenamento.

Segundo Sweller, a memória a curto prazo também tem capacidade limitada de armazenamento, mas é possível transpor os seus limites de duas formas:

- aquisição de esquemas, na qual é possível dividir a informação em unidades significativas; e
- automatização do conhecimento, ou seja, o processamento automático do conhecimento requer menos espaço de memória, libertando capacidade de uso em outros lugares.

De acordo com a teoria da carga cognitiva, a capacidade da memória a curto prazo para aprender pode ser efetivamente alargada se a informação gráfica a ser aprendida for apresentada visualmente, e for subsequentemente processada no canal visual e a informação textual associada for apresentada num formato auditivo e for subsequentemente processada no circuito fonético. Por outro lado se toda a informação a ser aprendida for apresentada visualmente, a teoria da carga cognitiva defende que o aluno tem que primeiro processar a

totalidade do material no canal visual, aumentando a probabilidade de que a sua capacidade de memória a curto prazo fique sobrecarregada e de que a aprendizagem se processe.

A pesquisa sobre a sobrecarga cognitiva descreve três categorias de carga:

- carga intrínseca – quando o conteúdo de ensino requer simultaneamente a seleção de palavras, a seleção de imagens, a organização de palavras, a organização de imagens, e a sua integração. Ou seja, quando se trata de informações complexas;
- carga incidental – quando a informação é cercada de elementos supérfluos que atuam como barreiras à aprendizagem devido ao aumento de carga desnecessário (ex: música); e
- carga relevante (relacionada com o armazenamento da informação) – construída através de aprendizagens e atividades anteriores e, posteriormente, ajuda na obtenção de novos conhecimentos, é possível agrupar o conteúdo de ensino, sequenciá-lo de forma a auxiliar a aprendizagem das novas informações. Nesta categoria de carga o processamento da informação requer que a informação seja retida na memória a curto prazo durante grandes períodos.

Por sua vez, Mayer e Moreno, (2003, citado por Freire A. e outras, 2012) descrevem a sobrecarga cognitiva em cinco tipos e respectivas formas de solução para minimizar cada uma das sobrecargas cognitivas:

- tipo 1. Sobrecarga cognitiva intrínseca 1 – o processamento do conteúdo a nível do canal visual ultrapassa a capacidade de processamento do canal visual. Nesta situação dever-se-á mover algum processamento de informação para o canal auditivo- verbal;
- tipo 2. Sobrecarga cognitiva intrínseca 2 – o processamento do conteúdo a nível do canal visual e do canal auditivo-visual ultrapassa a capacidade de processamento de ambos os canais. Assim, dever-se-á permitir ao aluno parar a apresentação em diferentes etapas/momentos ou então trabalhar previamente alguns conceitos ou termos a serem apresentados;
- tipo 3. Sobrecarga cognitiva intrínseca e incidental 1 – o processamento do conteúdo a nível de um ou dos dois canais está sobrecarregado de forma intrínseca e com informação irrelevante. Neste caso devesse eliminar informação (interessante), mas não relevante para o processamento da informação ou dar pistas sobre como processar os diferentes elementos, como seja por exemplo: facilitar a integração de conhecimento prévio, chamar a atenção para os aspetos relevantes, entre outros;
- tipo 4. Sobrecarga cognitiva intrínseca e incidental 2 – o processamento do conteúdo de ensino a nível de um ou dos dois canais está sobrecarregado de forma intrínseca e com informação irrelevante, devido a organização confusa do material. Como solução dever-se-á aproximar as palavras escritas (termos, conceitos, legendas, explicações) dos

elementos visuais (para diminuir a necessidade de exploração do material) ou evitar apresentar sequências idênticas de palavras orais e escritas; e

- tipo 5. Sobrecarga cognitiva intrínseca e na memória de trabalho (memória a curto prazo) - o processamento do conteúdo de ensino a nível de um ou dos dois canais está sobrecarregado de forma intrínseca e devido a sobrecarga na memória de trabalho. Nesta situação poder-se-á apresentar a narrativa e a animação, de forma a minimizar a necessidade de reter informação na memória de trabalho.»

Aprendizagem Multimédia

A aprendizagem multimédia faz-se por mensagens. A mensagem multimédia por instruções é uma apresentação que consiste em palavras e imagens e que se destina a promover a aprendizagem significativa. Os elementos visuais e de animação/vídeos partilham uma organização semelhante à estrutura de multimédia.

Deste modo, a teoria cognitiva da aprendizagem multimédia especifica cinco processos cognitivos durante a aprendizagem:

- escolha das palavras relevantes no texto ou narrativa apresentada;
- escolha de imagens relevantes das ilustrações apresentadas;
- organização das palavras seleccionadas numa representação verbal coerente;
- organização das imagens seleccionadas numa representação pictórica coerente; e
- integração das representações pictóricas e verbais com os conhecimentos anteriores.

Por sua vez, as mensagens educacionais (instrução) multimédia, concebidas a partir da forma como a mente humana funciona, tem mais probabilidade de levar a uma aprendizagem significativa do que as que não o são.

Neste contexto as mensagens educacionais multimédias devem ter por base o modelo de processamento de informação cognitiva. Há cinco formas de representação das palavras e das imagens que refletem diferentes fases do seu processamento:

- palavras e imagens (apresentação multimédia);
- representações acústicas e icónicas (memória sensorial);
- sons e imagens (memória de curto prazo);
- modelos verbal e pictórico (memória de curto prazo);
- conhecimentos pré-existentes (memória de longo prazo).

Segundo Mayer a teoria cognitiva da aprendizagem multimédia baseia-se em três pressupostos principais quando se trata de aprender com multimédia:

- Pressuposto do canal duplo (*dual channel*) – o ser humano possui canais de processamento de informação separados (visual/pictórico e auditivo/verbal) que desempenham um papel primordial na cognição conforme as mensagens são dirigidas a um ou outro canal. Informação como ilustrações, vídeos, animações/simulações e textos é processada no canal visual/pictórico, mas quando a informação é narrada é processada no canal auditivo.

- Pressuposto da capacidade limitada de processamento da memória - este pressuposto enuncia que os seres humanos estão limitados quanto à capacidade de informação que pode ser simultaneamente processada em cada canal.

- Pressuposto do processamento ativo – a aprendizagem requer um processamento cognitivo essencial em ambos os canais, ou seja, a aprendizagem inclui prestar atenção, organizar a nova informação e integrá-la no conhecimento já existente. Este pressuposto determina que os seres humanos tomam parte ativa no processamento cognitivo para construir uma representação mental coerente com as suas experiências.

A teoria do canal duplo ou teoria da dupla codificação foi pela primeira vez apresentada por Allan Paivio que ampliou a teoria geral do processamento de informação, sugerindo o tratamento separado dos sistemas verbais e visuais da memória.

A informação apresentada em qualquer forma, verbal ou visual, é codificada e armazenada na memória visual ou na memória verbal. Estes sistemas de memória são separados, cada um capaz de ativar o outro, bem como converter informações de uma forma para outra. As palavras podem ser codificadas em um formato verbal, mas também são capazes de ser convertidas para um formato de imagem. O mesmo pode ser dito para as imagens, cuja forma pode ser convertida para uma descrição verbal.

Segundo Paivio, uma imagem fornece um segundo tipo de código para a memória que é independente do código verbal pois segundo ele existem dois códigos de memória independentes uma vez que os dois códigos funcionam melhor quando trabalhados separadamente dado que a ligação entre os códigos verbal e visual fortalecem a memória.

Assim, segundo Mayer e Moreno, (2003, citado por Freire A. e outras, 2012) ao conceber mensagens educacionais multimédia deve ter-se em conta os seguintes princípios:

- «• Princípio multimédia: a aprendizagem é mais efetiva quando são usadas palavras (canal auditivo-verbal) e imagens (canal visual) em vez de palavras sozinhas.

- Princípio da contiguidade: a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras e as imagens apresentadas estão próximas espacialmente e quando são apresentadas simultaneamente.
- Princípio da coerência: a aprendizagem é mais efetiva quando são excluídos sons, palavras e imagens irrelevantes.
- Princípio da modalidade: a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras são narradas (canal auditivo-verbal) em vez de escritas.
- Princípio da redundância: a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras são narradas (canal auditivo-verbal) do que quando são narradas e escritas.
- Princípio da personalização: a aprendizagem é mais efetiva quando as palavras são apresentadas num estilo de conversação do que num estilo formal.
- Princípio da interatividade: a aprendizagem é mais efetiva quando é permitido ao aluno algum controlo sobre a apresentação.
- Princípio da sinalização: a aprendizagem é mais efetiva quando etapas chave na narração são assinaladas.
- Princípio da familiarização: a aprendizagem é mais efetiva quando os alunos conhecem previamente os termos e nomes apresentados.»

As Competências...

Mmmmmmm

Relevância Do Recurso Multimédia – Simulação De Equilíbrio Químico

Numa época em que os alunos estão bastante sensíveis à utilização de novas tecnologias não tendo qualquer receio no seu manuseamento, a utilização adequada dos recursos multimédia facilita a aprendizagem correta de conceitos e teorias, bem como o desenvolvimento de uma ideia adequada do que é o conhecimento científico e como é construído.

Na realidade, os sistemas simbólicos dos recursos multimédia afetam a aquisição do conhecimento de diferentes modos; não só pelo modo como os sistemas simbólicos

representam o conhecimento, mas também pelo papel diferenciado que desempenham nas atividades mentais que desencadeiam e, conseqüentemente, na aprendizagem.

Acresce-se, ainda o fato de que o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC) fazem parte das sugestões presentes nas orientações curriculares para o ensino das ciências físicas e químicas. Por este motivo os professores têm de ser capazes de integrar as TIC nas suas aulas, articulando o seu uso com o de outros meios didáticos.

E, no nosso caso concreto, dada a necessidade da aplicação da sequência de ensino no 3º período, pelo menos, por um dos autores do trabalho e pelo fato de a maioria dos nossos alunos revelarem dificuldades na compreensão dos processos que ocorrem em micro-sistemas decidimos estudar a eficácia da visualização intitulada “Simulação de Equilíbrio Químico”. No entanto a eficácia do seu uso depende da forma como a visualização está desenhada – a informação é apresentada visual e verbalmente fortalecendo deste modo a memória - e como vai ser explorada em sala de aula.

Esta visualização revela-se adequada tendo em conta os principais objetivos a atingir na sequência de ensino pois este fenómeno não pode ser estudado ou experimentado fisicamente por ser demasiado complexo e não possibilitar uma análise pelos métodos de experimentação comuns e além disso situa-se numa escala muito pequena.

Acresce, ainda, o facto da visualização intitulada “Simulação de Equilíbrio Químico” revelar os seguintes princípios defendidos por Mayer e Moreno, (2003, citado por Freire A. e outras, 2012):

- Princípio multimédia: na simulação em estudo as imagens têm sempre associadas palavras o que torna a aprendizagem mais efetiva.
- Princípio da contigüidade: na simulação em estudo as imagens e as palavras são apresentadas em simultâneo e estão próximas.
- Princípio da coerência: na simulação em estudo todas as palavras e imagens são relevantes tendo em conta os objetivos da aula em causa.
- Princípio da interatividade: na simulação em estudo é permitido ao aluno controlo relativo sobre a apresentação. A única situação em que não é permitido o controlo sobre a apresentação é quando a reação ainda não atingiu o equilíbrio.
- Princípio da sinalização: na simulação em estudo as etapas chave estão bem assinaladas com o recurso a cores.
- Princípio da familiarização: na simulação em estudo os alunos conhecem praticamente todos os termos e os nomes apresentados. Se tal não acontecer a própria simulação possui informação escrita sobre os mesmos.

Para além desta visualização, foi usado um vídeo que serviu de apoio ao estudo do Princípio de Le Chatelier, na aula imediatamente anterior à observada. Como o vídeo pode ser interrompido sempre que a professora queira, esta pode solicitar aos alunos que façam previsões das sucessivas alterações ao equilíbrio químico e/ou que encontrem uma justificação para os vários acontecimentos que observados. Estes vídeos largamente disponíveis no youtube também se mostram muito úteis quando os professores não têm disponíveis os recursos necessários à prática laboratorial.

Analisando o vídeo em estudo – Le Chatelier CoCl_2 Equilibrium Demonstration- retirado do Youtube, alguns dos princípios defendidos por Mayer e Moreno, (2003, citado por Freire A. e outras, 2012) estão presentes:

- Princípio multimédia: no vídeo em estudo as imagens têm associadas palavras o que torna a aprendizagem mais efetiva.
- Princípio da contiguidade: no vídeo em estudo as imagens e as palavras são apresentadas em simultâneo e estão próximas.
- Princípio da coerência: no vídeo em estudo todas as palavras e imagens são relevantes tendo em conta os objetivos da aula em causa.
- Princípio da interatividade: no vídeo em estudo é permitido ao aluno controlo relativo sobre a apresentação. Embora neste caso concreto tenha sido realizado propositadamente pela professora na aula.
- Princípio da sinalização: no vídeo em estudo as etapas chave estão bem assinaladas com o recurso a cores.
- Princípio da familiarização: no vídeo em estudo os alunos conhecem praticamente todos os termos e os nomes apresentados. Se tal não acontecer a própria simulação possui informação escrita sobre os mesmos.

Estudos demonstram que uma visualização bem desenhada acompanhada de um adequado guia de exploração pode contribuir para uma aprendizagem construtiva, desde que os alunos sejam alertados das suas limitações e das diferenças entre a realidade e os modelos (Fonseca, 2006).

PLANIFICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO- FUNDAMENTAÇÃO DIDÁTICA

Contextualização da Sequência de Ensino

A sequência de ensino que descrevemos em seguida foi delineada para ser aplicada ao ensino da unidade temática Equilíbrio Químico, integrada na primeira Unidade, “Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios” presente nas Orientações Curriculares para o Ensino da Química de 11º ano. Esta unidade apresenta como contexto a visão CTSA (Ciência–Tecnologia–Sociedade–Ambiente) do processo de ensino/aprendizagem, como tal pretendeu-se que a intervenção fosse construída de forma a que os alunos pudessem alcançar um modo de interpretação do mundo que os rodeia, reforçando a importância da Química na vida social e económica do desenvolvimento das sociedades, sem desvalorizar as contrapartidas ambientais. Para este estudo, sempre que foi possível foi escolhida a indústria de produção de amoníaco, dado ser um caso ao qual se pode aplicar o conceito de Equilíbrio Químico e estudar de que forma a manipulação de fatores afeta o equilíbrio. Abordámos questões relacionadas com o rendimento de uma reação química, os fatores que influenciam a maior ou menor extensão da reação, bem como os processos que levam ao estabelecimento, perturbação e restabelecimento do Equilíbrio Químico, sempre contextualizados em termos da sua aplicação prática na indústria química.

A sequência didática, como descrita de seguida, contemplou atividades do tipo prático-laboratorial e visualizações, justificadas pelas vantagens encontradas e apresentadas no enquadramento teórico.

Organização da Sequência de Ensino

A subunidade, planificada de acordo com as orientações curriculares, foi planeada numa sequência de 6 blocos de 90 minutos e 1 bloco de 135 minutos num total de seis aulas.

A proposta didática implementada foi construída sobre um quadro teórico que, numa perspetiva construtivista, considera que o conhecimento científico deverá ser predominantemente construído pelos alunos, envolvendo uma mudança conceptual, que se pretende que ocorra através de atividades a realizar em sala de aula, construídas a partir dos conhecimentos e das ideias prévias dos alunos.

Todas as atividades foram realizadas em grupos de 3 alunos no máximo, para que todos os elementos do grupo estivessem plenamente envolvidos nas tarefas. Tendo os alunos a

liberdade e responsabilidade de formar os grupos de trabalho, a constituição dos mesmos foi realizada pelos alunos logo no início do ano letivo uma vez que já se conheciam. Pretendeu-se garantir a formação de grupos em que não se verificassem incompatibilidades entre os elementos e os mesmos estivessem motivados.

Os alunos foram informados acerca da sequência de atividades e foi averiguado se o material necessário à realização dessas atividades (fichas disponibilizadas na página web, bata, computadores da biblioteca) e, em caso de ausência, mobilizaram-se meios para não prejudicar o decorrer das atividades e alterar ao mínimo a planificação proposta. Na aula de implementação da atividade “Desafio do Controlo industrial” foi pedido que um dos alunos por grupo trouxesse o seu computador portátil para garantir que a atividade se realizaria sem quaisquer problemas.

A orientação dos alunos para as tarefas foi efetuada pela professora, de acordo com as solicitações dos mesmos. Tentou-se promover o trabalho autónomo evitando, sempre que possível, dar resposta às questões dos alunos, mas sim, fazendo-lhes outras perguntas que os fizessem alcançar a resposta pretendida.

Foram previstas 6 aulas para o ensino da temática equilíbrio químico, durante as quais foram realizadas algumas atividades de diferentes naturezas, acompanhadas sempre de uma ficha que funciona de roteiro para a atividade a desenvolver.

Para cada uma das aulas foram construídas grelhas com as respetivas planificações, que incluem os conteúdos a abordar, a descrição metodológica, os recursos a utilizar, os instrumentos de avaliação e as competências desenvolvidas

No presente relatório far-se-á um maior aprofundamento da aula 4 (180 minutos), por contemplar a atividade que se insere no âmbito do tema a que diz respeito esta formação. A planificação bem como a atividade desenvolvida nesta aula encontram-se no apêndice B e C, respetivamente. Relativamente às restantes aulas apenas se fará referência de forma a ser possível fazer o enquadramento da proposta didática e compreender melhor a sequência de ensino.

A figura 2 mostra a proposta didática da sequência de ensino para a subunidade 3.

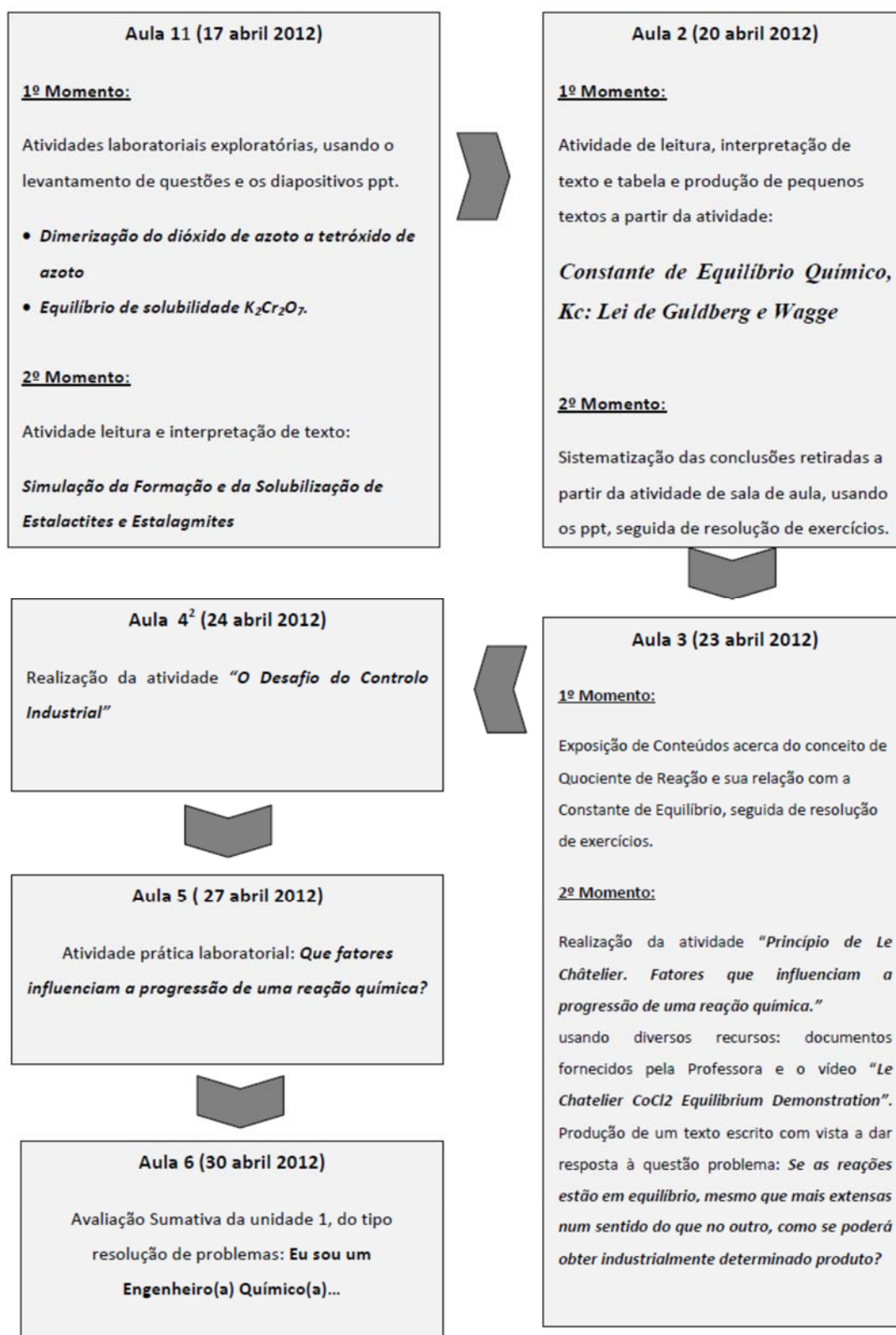


Figura 2. Sequência de ensino da proposta didática

¹ Alunos encontram-se divididos em dois turnos de 135 minutos.

² A duração da aula 180 minutos; a turma não está dividida.

As figuras 3, 4, 5 e 6 referem-se, respetivamente, aos conteúdos programáticos abordados na sequência de ensino, às estratégias adotadas na sequência de ensino, às competências de aprendizagem mobilizadas na sequência de ensino e à grelha de planificação da aula 4 (aula de referência do estudo em questão).

Aulas	Conceitos Abordados
1	Reações completas e incompletas Reversibilidade de reações.
2	Reações reversíveis de não equilíbrio; Constante de Equilíbrio Químico, K: lei de Guldberg e Waage; Diferença entre estados de equilíbrio e Constante de Equilíbrio Químico; Fatores de que depende a Constante de Equilíbrio Químico;
3	Quociente da reação, Q; Relação entre K e Q, na previsão da progressão de uma reação a partir do quociente de uma reação; Relação entre a constante de equilíbrio e a extensão da reação; Lei de <i>Le Châtelier</i> : Fatores que afetam o estado de equilíbrio
4	Conteúdos apreendidos no subtema 1.4 – Produção Industrial do Amoníaco
5	Lei de <i>Le Châtelier</i> ; Efeitos da alteração da concentração dos componentes da mistura, da pressão e temperatura do sistema na progressão de uma reação química.
6	Conceitos relacionados com a Unidade 1-Produção e Controlo – A Síntese Industrial do Amoníaco

Figura 3. Conceitos abordados na sequência de ensino

Estratégias Adotadas	Aula nº					
	1	2	3	4	5	6
Levantamento de questões;	X	X	X	X	X	
Uso de exemplos relacionados com o dia-a-dia dos alunos;	X	X	X			
Desenvolvimento das competências de comunicação através da interpretação e produção de textos;	X	X	X	X	X	X
Promover a utilização da página web e correio eletrónico para desenvolver competências de uso das TIC e sensibilizar os alunos para as vantagens destes meios de comunicação (como a diminuição do desperdício de papel);	X		X	X		
Disponibilização das fichas na página web da professora;	X	X	X	X	X	
Receção de trabalhos usando o <i>mail</i> , em substituição do papel;		X	X	X	X	
Trabalho em grupo;	X	X	X	X	X	
Uso de ferramentas multimédia/Tecnologias TIC;	X		X	X	X	
Desenvolvimento do trabalho de pesquisa bibliográfica usando diferentes recursos;	X		X	X	X	
Uso de atividades laboratoriais para dar resposta a uma questão-problema acerca da <i>Lei de Le Chatelier</i> ;					X	
Produção de um relatório final técnico com o objetivo de verificar que a <i>Lei de Le Chatelier</i> ficou corretamente compreendida					X	
Fornecimento das soluções de cromato e dicromato de potássio por preparar, de forma a levar os alunos a rever todos os procedimentos que envolvem a preparação de soluções (conceitos lecionados no 10º ano de escolaridade);					X	
Alunos assumirem o papel de engenheiros químicos com a função de resolver um problema;				X		X
Uso de um formato de teste diferente do que estão habituados.						X

Figura 4. Estratégias usadas na sequência de ensino.

Competências Mobilizadas		Aula n ^o					
		1	2	3	4	5	6
Processual	Selecionar material de laboratório adequado a uma atividade experimental					X	
	Construir uma montagem laboratorial a partir de um esquema ou de uma descrição					X	
	Identificar material e equipamento de laboratório e explicar a sua utilização/função					X	
	Manipular com correção e respeito por normas de segurança, material e equipamento					X	
	Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica	X	X	X	X	X	X
	Executar, com correção, técnicas previamente ilustradas ou demonstradas					X	
	Exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afetado da respetiva incerteza absoluta.					X	
	Realizar investigações usando pesquisa bibliográfica e uso das TIC			X			
Conceptual	Utilizar tecnologias TIC para compreensão de fenómenos que envolvem o Equilíbrio Químico				X		
	Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico	X	X	X	X	X	X
	Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	X	X	X	X	X	X
	Discutir os limites de validade dos resultados obtidos respeitantes ao observador, aos instrumentos e à técnica usados					X	
	Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos					X	
	Identificar parâmetros que poderão afetar um dado fenómeno e planificar modo(s) de os controlar					X	
	Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro	X	X	X	X	X	
	Elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada	X	X	X	X	X	X
	Interpretar simbologia de uso corrente em Laboratórios de Química (regras de segurança de pessoas e instalações, armazenamento, manipulação e eliminação de resíduos).					X	
	Mobilizar conhecimento científico para resolver exercícios sobre o Equilíbrio Químico	X	X	X		X	
Social, Atitudinal e Axialógico	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos	X	X	X	X	X	
	Refletir sobre o trabalho realizado e as dificuldades sentidas durante a realização da mesma	X	X	X	X	X	X
	Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas de segurança: gerais, de proteção pessoal e do ambiente	X	X	X		X	
	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos			X	X	X	
	Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC				X	X	
	Refletir sobre pontos de vista contrários aos seus		X	X	X	X	
	Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final	X	X	X	X	X	
	Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes	X	X	X	X	X	
	Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.	X	X	X	X	X	
	Revelar curiosidade pelo que observa	X	X	X	X	X	

Figura 5. Competências mobilizadas na sequência de ensino.

Avaliação dos Alunos

Ao longo da sequência de ensino pretendeu-se que os alunos monitorizassem o que estavam a aprender e que usassem o *feedback* do professor para fazer ajustes, adaptações, ou alterações no seu processo de aprendizagem. Para tal, nas aulas, procedeu-se a uma recolha contínua e sistemática de dados relativos aos vários domínios de aprendizagens dos alunos, que revelassem as competências adquiridas, e ao seu respetivo tratamento, para fornecer o *feedback* aos alunos. Esses dados recolhidos foram indicados em cada atividade realizada e foram avaliados tendo em consideração instrumentos de avaliação, que se encontram no apêndice A, grelha avaliação do trabalho de grupo e [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] "Autoavaliação e Reflexão de Atividades", "Atividade - O Desafio do Controlo Industrial".

UNIDADE 1 - QUÍMICA E INDÚSTRIA: Equilíbrios e Desequilíbrios						
COMPETÊNCIAS ENVOLVIDAS			SUMÁRIO: Realização da atividade "O Desafio do Controle Industrial". Estudo dos fatores que afetam o estado de equilíbrio			
Dominios	Processual	Conceptual	Atitudinal	Conteúdos	Descrição Metodológica	Recursos
Planejando o Aulo	Recoher, registrar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica	Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos	Fatores que afetam o equilíbrio químico: <ul style="list-style-type: none"> Concentração dos componentes da mistura; Pressão do sistema; Temperatura do sistema; Adição de um gás inerte. 	1º momento – Esclarecimento dos objetivos e de possíveis dúvidas dos alunos, sobre a atividade a realizar. Distribuição dos alunos por grupos e início da atividade.	Computadores com Internet (um por grupo) Simulador Nautilus Guia de exploração: "Desafio do Controle Industrial".
Terça-Feira - 24 de Abril (2 Blocos de 180 minutos)	Utilizar tecnologias TIC para compreensão de fenómenos que envolvem o Equilíbrio Químico	Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	Refletir sobre o trabalho realizado e as dificuldades sentidas durante a realização da mesma		2º momento – realização da atividade por parte de cada um dos grupos. Os professores circularam pelos diferentes grupos de forma a perceberem as dificuldades sentidas pelos alunos.	
		Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos			
		Elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada	Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC		3º momento – Discussão e síntese dos resultados obtidos.	
			Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final			
			Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes			
			Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.			
			Revelar curiosidade pelo que observa			

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Objetivos do Estudo e Questões Orientadoras

O objetivo central deste trabalho é perceber o impacto do uso da visualização designada por “Simulação de Equilíbrio Químico” como uma estratégia de ensino na compreensão do Equilíbrio Químico. Tal objetivo prende-se com o facto de a situação atual exigir, cada vez mais, uma reflexão profunda e uma alteração substancial na definição de estratégias de ensino utilizadas em aula, para que os alunos terminem o 11º ano de escolaridade com sucesso escolar.

No sentido de orientar o nosso trabalho, foram formuladas as seguintes questões orientadoras:

1. Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico”?
2. Qual a avaliação que os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade fazem sobre o uso da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – na compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”?
3. Em que competências os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade apresentam mais dificuldades quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – no estudo do tema Equilíbrio Químico?

Metodologia

Apontando as questões a que nos propusemos responder neste pequeno estudo para um objeto de estudo de natureza preferencialmente descritiva e interpretativa de reações de alunos de uma turma de 11.º ano, no seu ambiente natural, optou-se pelo uso de instrumentos de recolha de dados subjacentes a uma metodologia qualitativa. Trata-se de um estudo descritivo, uma vez que os dados recolhidos contemplam palavras ou imagens e a análise dos dados é feita de forma indutiva, levando-se em conta as perspetivas dos participantes (Bogdan & Biklen, 1994).

Participantes - Caracterização da Turma

Participaram nesta atividade 23 alunos com idades compreendidas entre os 16 e os 19 anos, 9 raparigas e 15 rapazes, da turma A de 11.º ano, a frequentar a escola Anselmo de Andrade do concelho de Almada, distrito de Setúbal. Por questões éticas, recorreu-se ao anonimato dos alunos participantes sempre que feitas referências a frases que citem as ideias dos alunos.

Apesar de as atuais instalações da escola remontarem a 1986, a escola onde este estudo teve lugar foi fundada em 1971. Encontra-se na zona mais densamente urbanizada da cidade e do concelho, próxima dos principais centros de decisão económica e política a nível local. Trabalham na escola 152 professores, com aproximadamente 1500 alunos (Costa et al., 2009, p. 4).

Instrumentos de Recolha de Dados

Os dados foram recolhidos através de observação naturalista (notas de campo) e documentos escritos pelos alunos (ficha da atividade – O Desafio do Controlo Industrial, autoavaliação (Apêndice B) - itens 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 do questionário/reflexão on-line - e reflexão -itens 9, 10, 11 e 12 do questionário/reflexão on-line).

Na observação dos alunos durante as aulas, os professores circularam pelos diferentes grupos de alunos por forma a compreenderem os seus pontos de vista sobre o que estava a acontecer durante o desenrolar da atividade, o que evidencia o defendido por Patton (2002).

Os documentos escritos usados neste pequeno estudo envolve o produto da tarefa que foi proposta aos alunos realizarem na aula. São o trabalho escrito pelos alunos e as suas reflexões.

A atividade a realizar foi disponibilizada antecipadamente aos alunos em

Atividade 21 – O Desafio do Controlo Industrial (Apêndice B), para que pudesse ser

preparada para a aula. As reflexões foram efetuadas, no mesmo site, após a realização da atividade.

Para além de permitirem ao professor recolher informações sobre as questões orientadoras do nosso trabalho, às quais pretendemos obter respostas, os documentos escritos são uma ferramenta útil para encorajar os alunos a refletir sobre o seu trabalho e as suas aprendizagens, criando-se oportunidades para que estes construam o seu conhecimento (Carlson, Humphrey & Reinhardt, 2003).

Análise e Tratamento dos Dados

Analisar os dados envolve interpretar e dar sentido a todo o material de que se dispõe a partir da recolha de dados (Bogdan & Biklen, 1994).

Utilizaram-se os documentos escritos e as transcrições (das notas de campo e das reflexões dos alunos) para realizar esta análise de dados que tem como principal objetivo fornecer informações sobre o impacto do uso da simulação - “Simulação de Equilíbrio Químico”- como uma estratégia de ensino na compreensão do equilíbrio químico em alunos do 11º ano de escolaridade, que fizeram parte do nosso estudo, com o propósito de responder às seguintes questões orientadoras:

1. Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico”?
2. Qual a avaliação que os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade fazem sobre o uso da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – na compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”?
3. Em que competências os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade apresentam mais dificuldades quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – no estudo do tema Equilíbrio Químico?

Remetendo para estas questões orientadoras do estudo em epígrafe, analisamos o impacto da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” - nos 23 alunos da [REDACTED] em relação aos cinco tipos da sobrecarga cognitiva (sobrecarga cognitiva intrínseca 1, sobrecarga cognitiva intrínseca 2, sobrecarga cognitiva intrínseca e incidental 1, sobrecarga cognitiva intrínseca e incidental 2 e sobrecarga cognitiva intrínseca e na memória de trabalho), analisamos também o uso da visualização - “Simulação de Equilíbrio Químico” – na compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema” em função do modelo de processamento de informação e, por fim, nos três domínios de competências de aprendizagem (processual, conceptual e social, atitudinal e axiológico).

Nesta mesma linha de pensamento, e tendo como base o objetivo do nosso trabalho, pretendemos conhecer o impacto do uso da simulação designada por “Simulação de Equilíbrio Químico” como uma estratégia de ensino na compreensão do equilíbrio químico.

Dificuldades Reveladas pelos Alunos na Utilização da Visualização

Para avaliar as dificuldades que os 23 alunos do 11º ano de escolaridade, da [REDACTED] revelaram na utilização da visualização: -“Simulação de Equilíbrio Químico” foram, como referimos anteriormente, analisados os seguintes documentos: (i) autoavaliação - itens 1 e 4 - do questionário/reflexão on-line -, (ii) a reflexão - item 11 do questionário/reflexão on-line e (iii) notas de campo recolhidas pelos professores durante a aula 4 (aula observada). Nos documentos on-line, apenas 11 dos 23 alunos participantes responderam.

Na análise dos documentos supracitados produzidos pelos alunos e pelos professores presentes na aula observada construímos o quadro 1 (Apêndice C).

Relativamente à autoavaliação e reflexão realizadas on-line pelos alunos, após a realização da atividade em estudo, a maioria dos alunos respondeu que não tiveram dificuldades na utilização da simulação e que não alterariam nada na planificação da

atividade em causa. Em contrapartida, os professores em aula verificaram que a maioria dos alunos não explorou todas as funcionalidades da visualização: “Simulação de Equilíbrio Químico”, tais como a rentabilidade do processo e as informações teóricas incluídas na própria simulação.

Atendendo à recolha de dados nos diversos documentos supracitados sobre a utilização da visualização: “Simulação em Equilíbrio”, levantamos a seguinte questão, “Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, [REDACTED] quando da utilização da visualização -Simulação de Equilíbrio Químico?” Constatou-se que a maioria dos alunos em causa não tomou consciência de todas as funcionalidades da simulação, nem da necessidade de seguir as ações do roteiro. Supõe-se que esta dificuldade, possa estar relacionada com o fato de o conteúdo de ensino requer simultaneamente a seleção de palavras e a organização das mesmas, bem como o armazenamento da informação que é construída através de aprendizagens e atividades anteriores. Na sobrecarga cognitiva – categoria relevante – o processamento da informação requer que a mesma seja retida na memória a curto prazo durante grandes períodos. Acrescesse ainda que se verifica a existência de uma sobrecarga intrínseca pois trata-se de informação complexa – categoria intrínseca. Por sua vez, nesta visualização o processamento do conteúdo a nível do canal visual ultrapassa a capacidade de processamento do canal visual – sobrecarga cognitiva intrínseca 1. Segundo Mayer e Moreno (2003), nesta situação deveríamos mover algum processamento de informação para o canal áudio-verbal, pois os seres humanos estão limitados quanto à capacidade de informação que pode ser simultaneamente processada em cada canal – Pressuposto da capacidade limitada de processamento da memória.

Avaliação dos Alunos sobre a Compreensão do Conteúdo Programático

Para avaliar o modo como a utilização da visualização: -“Simulação de Equilíbrio Químico” influenciou os 23 alunos do 11º ano de escolaridade, da turma A, da Escola Secundária Anselmo de Andrade na compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”, foram analisados os seguintes documentos: (i) autoavaliação - itens 5 e 6 - do questionário/reflexão on-line -, (ii) a reflexão - itens 9 e 12 do questionário/reflexão on-line, (iii) ficha de atividade – “O desafio do controlo industrial” e (iv) notas de campo recolhidas pelos professores

durante a aula 4 (aula observada). Reforço, o facto de nos documentos on-line, apenas 11 dos 23 alunos participantes responderam.

Na análise dos documentos supracitados produzidos pelos alunos e pelos professores presentes na aula observada construímos o quadro 2 (Apêndice D).

A análise do quadro 2 demonstra que a maioria dos alunos afirma que apresenta mais dificuldades em efetuar conclusões acerca de uma determinada situação científica do que em redigi-la. No entanto, tendo em conta a ficha de atividade – O desafio do controlo industrial – constatou-se que as respostas a um grande número de questões estão produzidas de uma forma incompleta e/ou com incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica. Os conceitos em que os alunos, do nosso trabalho, apresentaram mais dificuldades estão relacionados com o efeito da alteração da pressão num sistema em equilíbrio, seguido da caracterização do estado de equilíbrio, do efeito da adição de um gás inerte ao sistema em equilíbrio e, por último, do efeito da alteração da temperatura num sistema em equilíbrio. Em contrapartida, os professores em aula constataram que a maioria dos alunos apresenta dificuldades no controlo das variáveis e na transposição dos conhecimentos – K_c – para a situação em estudo – K_p .

A partir do quadro 2, também, se pode verificar que a maioria dos alunos afirma que a realização desta atividade desenvolveu os conhecimentos relativos ao equilíbrio químico, nomeadamente, a forma como este pode ser influenciado a partir da variação de certos fatores, como seja: da temperatura, da pressão e da quantidade de reagentes e produtos da reação química.

Atendendo à recolha de dados nos diversos documentos supracitados sobre o modo como a utilização da visualização: “Simulação em Equilíbrio” influencia a compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”, levantamos a seguinte questão, “Qual a avaliação que os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade fazem sobre o uso da visualização - “Simulação de Equilíbrio Químico” – na compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”? A maioria dos alunos revelou que a visualização: “Simulação em Equilíbrio” serviu para consolidar e confrontar os conhecimentos adquiridos sobre o conteúdo programático em estudo. Pressupõe-se que esta constatação esteja relacionada com o modelo de processamento de informação cognitivo. Segundo Gerber (1196) para a

informação armazenada ser recuperada deve estar não só disponível, como também acessível ao aluno. Isto é, embora a informação possa estar, em teoria, acessível, pode não ser facilmente localizável com vista à sua utilização. Acresce-se, ainda, o fato de os alunos em estudo apresentarem dificuldades ao nível dos conteúdos programáticos que revelem níveis de conhecimento mais complexos – abstração – e portanto necessitarem de modelos para suportarem as suas decisões/conclusões.

Competências de Aprendizagem em que os Alunos Revelaram Mais Dificuldades

Para avaliar as competências de aprendizagem em que os 23 alunos do 11º ano de escolaridade, da turma A, da Escola Secundária Anselmo de Andrade revelaram mais dificuldades quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – no estudo do tema Equilíbrio Químico, foram analisados os seguintes documentos: (i) autoavaliação - itens 7 e 8 - do questionário/reflexão on-line -, (ii) ficha de atividade – “O desafio do controlo industrial” e (iii) grelha de avaliação – trabalho de grupo. Reforço, o facto de no documento on-line, apenas 11 dos 23 alunos participantes responderam.

Na análise dos documentos supracitados construímos o quadro 3 (Apêndice E).

A análise do quadro 3 revela que a maioria dos alunos apresenta mais dificuldades no domínio conceptual, seguido do domínio atitudinal e, por fim no domínio processual das competências de aprendizagem. Relativamente à competência de aprendizagem – domínio atitudinal – os alunos afirmaram que gerem bem o tempo de trabalho (82%) e que funcionam bem em grupo, respeitando a opinião e sugestões dos seus colegas (73%). Tal como foi analisado atrás no que concerne à competência de aprendizagem – domínio conceptual – os alunos do estudo respondem às questões de uma forma incompleta e/ou com incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica.

Tendo por base, os dados recolhidos nos diferentes documentos supracitados relativamente aos três domínios – atitudinal, conceptual e processual – das competências de aprendizagem que influenciaram aquando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – no estudo do tema Equilíbrio Químico, levantamos a seguinte questão, “Em que competências os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Secundária Anselmo de Andrade apresentam mais

dificuldades quando da utilização da visualização - “Simulação de Equilíbrio Químico” – no estudo do tema Equilíbrio Químico? “ No caso dos 23 alunos da turma da Escola Secundária [REDACTED] verificou-se que o domínio conceptual das competências de aprendizagem surge como o de maior dificuldade, seguido do domínio atitudinal das competências de aprendizagem. O domínio processual das competências de aprendizagem apresentou-se como o mais fácil para estes alunos.

Relativamente ao domínio conceptual das competências de leitura, este trabalho reitera o que já foi referido anterior, pois a maioria dos alunos do nosso estudo apresenta incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica que se manifestam, essencialmente, aquando da produção escrita. Acresce-se, ainda, as dificuldades que estes alunos têm em refletir sobre assuntos que requeiram um nível de raciocínio mais complexo. Em contrapartida, a maioria destes alunos, já adquiriam as técnicas de recolha e registos de dados, visto que não apresentam dificuldades no domínio processual das competências de aprendizagem.

Por último, é de referir que nas competências de aprendizagem no que se refere ao domínio atitudinal, a maioria dos alunos em causa não apresenta grandes dificuldades. No entanto, é de notar que a maioria dos alunos afirmam que conseguiram com mais facilidade adequar o ritmo de trabalho aos objetivos da atividade do que trabalhar em grupo, através de processos de negociação e ações conjuntas.

CONCLUSÕES E REFLEXÃO FINAL

Limitações do trabalho

Sugestões para futuros trabalhos

. Em que difere a compreensão do conteúdo programático – Equilíbrio Químico – em alunos do 11º ano de escolaridade que utilizam a visualização – Simulação em Equilíbrio Químico -, em relação aos alunos, do mesmo ano de escolaridade, que não a utilizam?

. Identificar as especificidades das dificuldades apresentadas pelos alunos do 11º ano de escolaridade na compreensão do conteúdo programático – Equilíbrio Químico – quando é utilizada a visualização – Simulação em Equilíbrio Químico.

(Este é uma particularidade do nosso trabalho pois enquanto o nosso objetivo é perceber o impacto do uso da visualização na compreensão do equilíbrio químico e verificamos em que difere, mas é pouco....)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akmal, T., & Miller, D. (2003). Overcoming resistance to change: A case study of revision and renewal in a US secondary education teacher preparation program. *Teaching and Teacher Education*, 19, 409-420.
- Carlson, L., Humphrey, G., & Reinhardt, K. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press
- Costa, L., Morais, A., Lopes, A., Reis, D., Pinto, D., Cruz, H., Marques, R. (2009). Projeto Educativo 2009/2013 Agrupamento de Escolas Anselmo de Andrade. Retirado de www.anselmodeandrade.pt/Documentos/PE.pdf em Abril de 2012.
- Fonseca, S. (2006). *Influência de Gases Inertes no Equilíbrio Químico: Nuances e Simulações Computacionais*. Universidade de Lisboa. Recuperado em 2010, de Fevereiro 3, de: <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/susanaf/>
- Freire, A., & Galvão, C. (2004). A perspectiva CTS no currículo das Ciências Físicas e naturais em Portugal. In I. Martins, F. Paixão, & R. Vieira (Org.). *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade.
- Gerber, A. (1996). Problemas de Aprendizagem Relacionados à Linguagem. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Martins, I. (Coord.), Costa, J.A.L., Lopes, J.M.G., Magalhães, M.C., Simões, M.O., Simões, T.S., Bello, A., San-Bento, C., Pina, E.P., & Caldeira, H. (Coord.). (2001). *Programa de Física e Química A: 10º ou 11º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Mayer, R. & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimédia learning. *Educational Psychologist*, 38 (1), 43-52.
- Patton, M.Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Sequeira, F. (1989). Os modelos de atenção e memória no processo de construção da leitura. In *Maturidade Linguística e Aprendizagem da Leitura*, Vol. 1. Braga: Universidade do Minho e Instituto de Educação, 99-107.

• Grelha Avaliação do Trabalho de Grupo

Domínios de Competência					Grelha de Avaliação - Trabalho de Grupo							
Conhecimento			Atitudes	Comun.	Relação	Critérios	Descritores				Pontos	
Subs	Pro	Epis					0	1	2	3	4	
						Responsabilização pelos papéis /tarefas atribuídos(as)	— / —	Não desempenha nenhum dos papéis/tarefas que lhe foram atribuídos, tendo os seus colegas que realizar a sua parte	Raramente desempenha os papéis/tarefas que lhe foram atribuídos, pratica frequentemente que lhe recordem os seus deveres	Normalmente, cumpre o seu trabalho, raramente precisa que lhe recordem os seus deveres	Cumprir sempre os seus papéis/tarefas sem precisar que lhe recordem os seus deveres	— / 4
						Tipo de intervenção pessoal	— / —	Raramente apresenta ideias úteis durante o trabalho de grupo. Não acompanha a evolução do trabalho	Colabora pontualmente, embora se distraia, por vezes, das tarefas do grupo	Colabora, sendo responsável pelas tarefas que lhe são atribuídas	Colabora em todas as tarefas e estimula a participação dos seus colegas. Contribui decisivamente para o sucesso do trabalho.	— / 4
						Relação que estabelece e com os outros	— / —	Demonstra apatia ou liderança autoritária, contribuindo negativamente para o grupo	Demonstra algum interesse, embora não interfira na dinâmica do grupo	Demonstra interesse pela dinâmica do grupo, contribuindo para o trabalho	Interage com os outros ou lidera de forma a valorizar o trabalho do grupo	— / 4
						Tomada de Decisões	— / —	Não tenta resolver os problemas nem ajuda os seus colegas a resolvê-los	Não sugere nem melhora soluções, mas está disposto a experimentar as soluções propostas pelos seus colegas	Melhora as soluções apresentadas pelos seus colegas	Procura activamente e propõe soluções para os problemas em causa	— / 4
						Gestão do Tempo	— / —	Não conclui as tarefas solicitadas dentro do prazo estipulado e o grupo tem de adiar a entrega do trabalho	Tende a adiar a conclusão das suas tarefas. O grupo não tem de adiar a entrega do trabalho mas a qualidade do mesmo é afectada pelo seu comportamento	Tende a adiar a conclusão das suas tarefas mas consegue cumprir os prazos. O grupo não tem de adiar a entrega do trabalho	Gere bem o tempo e assegura a conclusão das suas tarefas dentro do prazo	— / 4
						Participação Oral	— / —	Não interage e está sempre a falar e não permite que mais ninguém fale	Está quase sempre a falar e raramente permite que mais alguém fale	Ouve, mas, por vezes, fala demasiado	Ouve e fala de forma equilibrada.	— / 4
							Total				/24	

APÊNDICE - B - FICHA DA ATIVIDADE



UNIDADE 1 – QUÍMICA E INDÚSTRIA: EQUILÍBRIOS E DESEQUILÍBRIOS

Roteiro de Exploração de uma Simulação de Equilíbrio Químico

O Desafio do Controlo Industrial

Objectivos

Pretende-se explorar uma aplicação multimédia educativa, realizando diversas tarefas, com vista à compreensão do Equilíbrio Químico, no que respeita ao seu estabelecimento, perturbação e restabelecimento.

Software / Aplicação multimédia

Aplicação multimédia disponível *on-line*, designada "Simulação de Equilíbrio Químico", situada no endereço: <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/susanaf/simul/index.html>

Introdução

Observe o ambiente que o rodeia e verifique que se encontra numa divisão apetrechada de diversos equipamentos e de aparência tecnicamente avançada. A temperatura dentro dessa sala é elevada e consegue ouvir um barulho de fundo de algo semelhante a reatores em funcionamento.

Interrogue-se sobre o modo como veio aqui parar. Contudo, a curiosidade de saber mais sobre este interessante local, desvanece as dúvidas e receios que sente e assim começa a investigar o espaço em redor. Um painel de estilo publicitário numa das paredes prende-lhe a atenção. Neste, é visível um automóvel de linhas modernas e o *slogan*: "O Automóvel do Futuro no Presente! Movido a Hidrogénio!"



Mais adiante, está um gráfico indicativo de lucros económicos, com o título: "Produtividade Mensal". Associando as informações, começa a perceber que se encontra numa unidade industrial de produção de hidrogénio. No centro da sala, avista um ecrã, uma diversidade de comandos e uma cadeira vazia, que espera o responsável pela coordenação do funcionamento da fábrica.

Distraído pelo meio e surpreendido com esta situação, só agora repara no crachá que tem ao peito. Neste, pode ler o seu nome e a identificação: "Técnico(a) da sala de máquinas. Função: controlo da produção industrial". Felizmente, verifica que está um roteiro em cima da mesa, certamente destinado a ajudá-lo nesta tarefa que lhe destinaram. Com a curiosidade indestrutível de qualquer jovem com espírito científico, começa a seguir as indicações do roteiro. Bom trabalho!



Roteiro




O que é o estado de equilíbrio? Para controlar este processo primeiro tem de conhecer o estado em torno do qual se baseia a temática do Equilíbrio Químico!

1



Ações

1. Depois de se dirigir ao endereço da simulação, prima "iniciar".
2. Em seguida selecione a reação em que é produzido o gás comercializado nesta unidade industrial e prima "OK".
3. Para ativar a informação sobre o estabelecimento do equilíbrio e, desativar voltando de novo à simulação, utilize  o botão
4. Em seguida utilize a simulação para observar os aspetos referentes ao Equilíbrio Químico que leu na informação. Para tal, selecione as condições de *temperatura*, *pressão* e *reagentes/produtos* no *botão rotativo*. Vá seguindo as instruções que aparecem no painel negro no fundo da simulação. Prima "equilibrar" e fique atento à evolução da reação.
5. Para voltar a criar novas condições iniciais para o sistema prima o botão "OK".
6. Caracterize de forma sucinta de estado de equilíbrio e descreva essa caracterização no espaço destinado às respostas/conclusões.

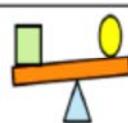


Respostas/Conclusões



Reflexão

Este equilíbrio é muito diferente do equilíbrio estático que se atinge numa balança entre dois corpos.



Comente a afirmação:





Será que a temperatura influencia o estabelecimento do estado de equilíbrio desta reação? De que forma?

2



Ações

1. Comece por definir as condições iniciais de temperatura, pressão e reagentes/produtos no *botão rotativo*. Escolha os valores que preferir e registe-os em  **Registos**
2. Pressione "equilibrar" para permitir que os gases entrem no sistema e a reação se processe.

- Observe atentamente o que acontece até se estabelecer o equilíbrio e após o estabelecimento do mesmo.
- Nesta fase pode consultar informação sobre o modo como a temperatura afeta o estado de equilíbrio no botão  que será necessária para prever corretamente o que ocorre quando alterar a temperatura.
- Regresse ao *botão rotativo* e altere apenas a temperatura em relação ao primeiro ensaio.
- Em seguida prima "*equilibrar*" e efetue a previsão sobre como irá evoluir o equilíbrio devido à alteração da temperatura.
- Prima novamente "*equilibrar*" e observe o que acontece. Confirme no painel de fundo se a sua previsão estava correta.
- Conclua acerca da questão colocada e registre no quadro abaixo.



Registos

<p><i>A reacção é :</i></p> <p>Endotérmica <input type="checkbox"/></p> <p>Exotérmica <input type="checkbox"/></p>	<p><i>1º estado de equilíbrio</i></p> <p>$T =$</p> <p>$K =$</p> <p><i>Quantidade de Produtos:</i></p>	<p><i>2º estado de equilíbrio</i></p> <p>$T =$</p> <p>$K =$</p> <p><i>Quantidade de Produtos:</i></p>	<p><i>Sentido de deslocamento do equilíbrio em função da alteração de temperatura:</i></p>
--	---	---	--

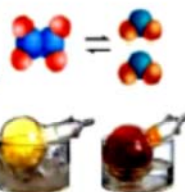


Respostas/Conclusões



Reflexão

Que influência teria a temperatura numa reacção endotérmica como a dissociação do tetróxido de azoto?



3

Será que a pressão influencia o estabelecimento do estado de equilíbrio desta reacção?
De que forma?



Ações

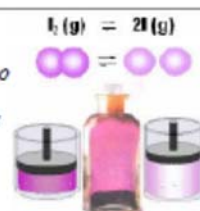
- Reinicie a simulação pressionando "OK".
- Efetue um estudo semelhante ao da questão anterior mas agora alterando apenas a pressão entre o primeiro e o segundo estados de equilíbrio, de forma a concluir de que modo este influencia o mesmo.
- Registe os valores no quadro abaixo e retire conclusões em relação à questão colocada.

Registos			
<i>Varição do número de moles de espécies gasosas entre reagentes e produtos:</i>	<i>1º estado de equilíbrio</i> $P =$ $K =$ <i>Quantidade de Produtos:</i>	<i>2º estado de equilíbrio</i> $P =$ $K =$ <i>Quantidade de Produtos:</i>	<i>Sentido de deslocamento do equilíbrio em função da alteração de pressão:</i>

☒ Respostas/Conclusões

Reflexão

Que influência teria a pressão numa reacção com variação do número de moles de espécies gasosas entre reagentes e produtos como a dissociação do I_2 ?



4

Será que iniciar a reacção pelos produtos ou pelos reagentes leva à obtenção de estados de equilíbrio diferentes?



Ações

1. Reinicie a simulação pressionando "OK".
2. Escolha as condições de pressão e temperatura que preferir e inicie a reacção partindo dos reagentes. Registe os dados relativos ao equilíbrio estabelecido no espaço abaixo.
3. Reinicie a simulação pressionando "OK".
4. Escolha as condições de pressão e temperatura iguais às que seleccionou no ensaio anterior e inicie a reacção partindo dos produtos. Registe os dados relativos ao equilíbrio estabelecido no espaço abaixo.
5. Retire conclusões em relação à questão colocada.

Registos

<i>Equilíbrio obtido partindo dos reagentes</i> $K =$ <i>Quantidade de Produtos:</i>	<i>Equilíbrio obtido partindo dos produtos</i> $K =$ <i>Quantidade de Produtos:</i>
--	---

☒ Respostas/Conclusões



De que forma a adição de um reagente influencia o estado de equilíbrio?



Acções

1. Reinicie a simulação pressionando "OK".
2. Escolha as condições de pressão e temperatura e reagentes/produtos que preferir. Registe os dados relativos ao equilíbrio estabelecido no espaço abaixo.
3. Adicione apenas reagente através da seleção da opção reagentes/produtos no botão rotativo.
4. Prima "equilibrar" e efetue a previsão do deslocamento do equilíbrio.
5. Prima novamente "equilibrar", observe e registe os valores no novo equilíbrio.
6. Retire conclusões em relação à questão colocada.



Registos

<i>1º estado de equilíbrio</i> $K =$ <i>Quantidade de Produtos:</i>	<i>2º estado de equilíbrio</i> $K =$ <i>Quantidade de Produtos:</i>	<i>Sentido de deslocamento do equilíbrio em função da adição de reagente:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Respostas/Conclusões
---	---	---	--



Reflexão

Por que motivo se costuma adicionar reagente a reações em equilíbrio por forma a aumentar a produtividade?





A adição de um gás inerte ao sistema afeta o equilíbrio?



Acções

1. Reinicie a simulação pressionando "OK".
2. Escolha as condições de pressão e temperatura e reagentes/produtos que preferir.
3. Adicione 1 bar de xénon através da seleção da opção gás inerte no botão rotativo.
4. Repare no canto inferior direito do "ecrã" principal se nestas condições o sistema é ideal ou real.
5. Prima "equilibrar" e efetue a previsão do deslocamento do equilíbrio.
6. Prima novamente "equilibrar", observe e registe abaixo sobre o deslocamento do equilíbrio.
7. Observe em pormenor a representação microscópica do sistema no equilíbrio através do botão

8. Vá novamente a gás inerte no botão rotativo e adicione 100 bar de xénon.
9. Repare no canto inferior direito do "ecrã" principal se nestas condições o sistema é ideal ou real.
10. Prima "equilibrar", faça a previsão, prima novamente "equilibrar" e observe o que acontece.
11. Registe abaixo sobre o deslocamento do equilíbrio.
12. Observe em pormenor a representação microscópica do sistema no equilíbrio através do botão .
13. Retire conclusões em relação à questão colocada. Pode sempre obter informação em .

Registos		<input checked="" type="checkbox"/> Respostas/Conclusões
<i>Deslocamento do equilíbrio por adição de 1 bar de gás inerte:</i> 1 bar de gás inerte Sistema Ideal <input type="checkbox"/> Sistema Real <input type="checkbox"/>	<i>Deslocamento do equilíbrio por adição de 100 bar de gás inerte:</i> 100 bar de gás inerte Sistema Ideal <input type="checkbox"/> Sistema Real <input type="checkbox"/>	




Agora defina as condições do sistema para a obtenção de produtividade máxima na formação de hidrogénio. Registe as condições escolhidas no quadro abaixo e explique de forma sucinta as opções que tomou.



Vá um pouco mais longe e ...

Explore a simulação mais profundamente, efetuando várias perturbações e combinando diferentes conjuntos de condições.

Utilize a secção , que tem múltiplos sites de Internet relacionados com Equilíbrio Químico para descobrir:

- porque é que Napoleão Bonaparte contribuiu inadvertidamente para a descoberta do Equilíbrio Químico;



- quem foi *Le Chatelier*;
 - a importância do processo *Haber* e as condições que estão em jogo
 para que a sua produtividade seja máxima.

Vá a www.jogodascoisas.net e divirta-se a testar o seu domínio do Equilíbrio Químico

Autoavaliação / Reflexão

Pretende-se que exerça uma reflexão acerca do seu desempenho durante a realização desta atividade, para podermos intervir no sentido de eliminar as suas dificuldades. Para isso pede-se que preencha a grelha usando as instruções e que responda às questões abaixo.

Das hipóteses (1- Não, 2- Com muita dificuldade, 3- Com algumas dificuldades, 4 – Sim) indique, junto de cada item proposto, aquele que melhor reflete o seu desempenho.

ITEM	HIP.	ITEM	HIP.
1-“Naveguei” na simulação com facilidade.		5-Conseguir concluir com facilidade de forma a responder às questões.	
2-Segui o roteiro com facilidade.		6-Conseguir redigir as minhas respostas com facilidade.	
3-Interpretei com facilidade o enunciado das questões		7-Funcionei bem em grupo, respeitando a opinião e sugestões dos meus colegas	
4-Localizei com facilidade a informação que necessitava.		8-Geri bem o meu tempo de trabalho	

9- Indique que conhecimento (s) adquiriu com a realização desta atividade

10- Explique o que achou mais interessante na realização desta atividade

11- Indique o que alteraria nesta atividade para ser aplicada no futuro

12- Explique de que forma a estratégia utilizada nesta aula contribuiu para a construção do seu conhecimento sobre equilíbrio químico.

Avaliação da Atividade

- Em aula elabore com o seu grupo de trabalho (no máximo 3 pessoas) um documento que inclua as respostas às questões e um texto onde dê resposta à questão inicial.
- Online, efetue a autoavaliação e reflexão da atividade

APÊNDICE - C - QUADRO 1

Quadro 1 Síntese de dados e resultados obtidos relativos à questão orientadora sobre as Dificuldades Reveladas pelos Alunos Quando da Utilização da Visualização

Questão orientadora	Instrumento recolha dados	Ítems de evidência	Evidências	
			Nº alunos	Porcentagem
1. Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade quando da utilização da visualização - "Simulação de Equilíbrio Químico"?	Autoavaliação	1. "Naveguei" na simulação com facilidade	10	0,91
		2. Segui o roteiro com facilidade	8	0,73
		4. Localizei com facilidade a informação que necessitava	9	0,82
	Reflexão	11. Indique o que alteraria nesta atividade para ser aplicada no futuro	11	1,00
2. Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, turma B, da Escola Anselmo de Andrade quando da utilização da visualização - "Simulação de Equilíbrio Químico"?	Notas de Campo		<p>Seguir as ações do roteiro, especialmente no que se refere à adição de um gás inerte ao sistema em equilíbrio</p>	
			<p>Seguir as ações do roteiro, especialmente no que se refere à adição de um gás inerte ao sistema em equilíbrio</p>	

APÊNDICE - D - QUADRO 2

Quadro 2
Síntese de dados e resultados obtidos relativos à questão orientadora sobre a avaliação que os Alunos fazem relativa à Compreensão do Conteúdo Programático

Questão orientadora	Instrumento recolha dados	Ítems de evidência	Evidências	
			Nº alunos	Porcentagem
Autoavaliação		5 - Consegui concluir com facilidade de forma a responder às questões	4	0,36
		6 - Consegui redigir as minhas respostas com facilidade	6	0,55
		9 - Indique que conhecimento (s) adquiriu com a realização desta atividade	6	0,55
			2	0,18
Reflexão			3	0,27
			5	0,45
		12 - Explique de que forma a estratégia utilizada nesta aula contribuiu para a construção do seu conhecimento sobre equilíbrio químico	3	0,27
Ficha da atividade - "O desafio do controlo Industrial"		Não responde ou responde incorretamente	5	0,04
		Responde corretamente mas de forma incompleta e ou com incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	63	0,46
		Responde corretamente sem incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	69	0,50
Notas de Campo				

2. Qual a avaliação que os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade fazem sobre o uso da visualização - "Simulação de Equilíbrio Químico" - na compreensão do conteúdo programático Intitulado "Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema"?

"Com a realização desta actividade pude desenvolver os meus conhecimentos relativos ao equilíbrio químico, nomeadamente, a forma como este pode ser influenciado e partir da variação de certos factores como a temperatura, a pressão e a quantidade de reagentes e produtos."

"A realização desta actividade ajudou-me a consolidar o conceito de equilíbrio químico"

outras respostas irrelevantes

"Foi uma forma de consolidar os conhecimentos, aprendi também alguns conceitos novos. Foi em suma bom para arrumar as ideias."

"O simulador também ajudou a evidenciar os (confrontar-mo-nos com) as nossas dúvidas, o que tornou mais fácil esclarecê-las. Para além disso, as reflexões ajudaram a aplicar o raciocínio a outros casos que não o do simulador, consolidando assim o conhecimento sobre o assunto"

"... através da utilização do simulador, pude fazer as minhas previsões e verificar se estas estavam certas ou erradas. Desta forma, testei os meus conhecimentos relacionados com a matéria em questão e consegui compreender melhor alguns conceitos"

Os conceitos nos quais os alunos revelaram maior dificuldade por ordem decrescente do número de respostas relacionam-se com:

- Efeito da alteração da temperatura num sistema em equilíbrio;
- Efeito da adição de um gás inerte ao sistema em equilíbrio
- Caracterizar o estado de equilíbrio;
- Efeito da alteração da pressão num sistema em equilíbrio

"Não conseguiram fazer a transposição dos conhecimentos-Kc- para a situação que estavam a trabalhar - Kp"

"Alunos evidenciam muitas dificuldades no Controlo de variáveis"

APÊNDICE - E - QUADRO 3

Quadro 3

Síntese de dados e resultados obtidos relativos à questão orientadora sobre as Competências de Aprendizagem em que os Alunos Revelaram Mais Dificuldades

Questão orientadora	Instrumento recolha dados	Ítems de evidência	Nº alunos	Porcentagem	Competências em análise	Observações
3. Em que competências os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade apresentam mais dificuldades quando da utilização da visualização - "Simulação de Equilíbrio Químico" - no estudo do tema Equilíbrio Químico?	Autoavaliação	7-Funcionei bem em grupo, respeitando a opinião e sugestões dos meus colegas	8	0,73	Atitudinal	De acordo com os critérios em avaliação e os descritores definidos para cada critério os alunos mostraram um bom desempenho no domínio desta categoria não apresentando dificuldades significativas.
		8-Geri bem o meu tempo de trabalho	9	0,82		
	Ficha da atividade - "O desafio do controlo industrial	Não responde ou responde incorretamente	5	0,04		
		Responde corretamente mas de forma incompleta e ou com incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	63	0,46	Conceptual	
		Responde corretamente sem incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	69	0,50		
Greilha Avaliação Trabalho de Grupo		Recolha, registo e organização de dados; Utilização das TIC para o estudo do E.Q.	66	1,00	Processual	
					Atitudinal	

Visualizações no ensino do som

Um estudo com alunos do 8º ano

Formandas:

GRUPO B

Índice

Introdução	2
Razões e critérios usados na escolha de cada recurso multimédia de acordo com os referenciais teóricos abordados durante a ação de formação.	2
Competências a desenvolver, forma de trabalho prevista e segmentos previstos para as aulas	4
Caraterização das turmas	5
Apresentação das tarefas aos alunos. Dinamização da participação e envolvimento dos alunos nas tarefas propostas	6
Trabalho dos alunos nas tarefas	7
Apêndice 1	10
Apêndice 2	13
Referências Bibliográficas	15

Introdução

Para que os alunos compreendam os conhecimentos científicos e os possam apropriar na realidade que os rodeia, é fundamental, de acordo com as Orientações Curriculares para o ensino das Ciências Físico – Naturais, a vivência de experiências de aprendizagem. Estas experiências podem ser facultadas pelo professor através da utilização de audiovisuais, de modelos e das novas tecnologias da informação e comunicação. A realização de trabalho cooperativo e a comunicação de resultados do trabalho desenvolvido pelos alunos também contribuem para a aprendizagem em ciência.

De acordo com o referido planificou-se e implementou-se uma sequência de ensino sobre o Som; subtema que se insere no tema, Sustentabilidade na Terra, das Orientações Curriculares para o ensino das Ciências Físico e Naturais.

A sequência de ensino teve como objetivos:

- Aplicar ferramentas visuais que contribuíssem para o desenvolvimento de competências científicas, processuais e digitais.
- Fomentar a implementação de tarefas de investigação na sala de aula, com recurso a ferramentas visuais.
- Estimular o uso da Internet e ferramentas visuais (modelos concretos 3d, simulações e animações) durante a conceção e implementação de experiências de aprendizagem.
- Fomentar o trabalho colaborativo entre alunos, entre alunos e professor, e entre professores.

Razões e critérios usados na escolha de cada recurso multimédia de acordo com os referenciais teóricos abordados durante a ação de formação

Para Machado & Moura (1995), a linguagem não serve só para comunicar, a linguagem é constitutiva do pensamento.

De acordo com Duschl & Osborne (2002), aprender ciência é aprender uma linguagem única num determinado contexto, no seio de uma atividade específica que tem características únicas e assenta em pressupostos únicos. A linguagem constitui uma ferramenta simbólica que deve ser complementada com

outras que permitam o desenvolvimento cognitivo, nomeadamente a escrita, diagramas, gráficos e modelos.

A modelação permite a visualização de conceitos abstratos, através da exploração do objeto em estudo (Ferreira & Justi, 2008). Os modelos auxiliam a construção de significados ao facilitarem a integração das várias dimensões do conhecimento científico e desempenham um papel fundamental na construção do conhecimento dos alunos porque os mesmos estão a aprender uma maneira de fazer, de pensar e de organizar a sua própria aprendizagem.

A construção de modelos possibilita um ensino de física mais autêntico, por meio do qual os alunos são capazes de perceber a ciência como um empreendimento humano com poderes e limitações. Permite também o desenvolvimento do conhecimento constituindo uma ferramenta essencial para a aquisição do saber, facilitando ao aluno a visualização e a elaboração de ideias consistentes sobre o modelo em estudo. Assim, o aluno pode elaborar e testar o seu modelo visualizando conceitos abstratos, percebendo por si próprio as limitações envolvidas no desenvolvimento de construção do conhecimento, contrariamente ao que é transmitido frequentemente como sendo exato. Os modelos são importantes porque podem facilitar a integração das várias dimensões do conhecimento científico. (Ferreira, 2012)

Para que o aluno construa um tipo de conhecimento tem que aprender a pensar, a planificar e a organizar a sua própria aprendizagem. Compete ao professor desempenhar um papel fundamental na construção desse conhecimento ao escolher os modelos apropriados às funções de aprendizagem em diferentes contextos e na aplicação de diferentes tarefas.

Para a sequência de ensino implementada optou-se por recorrer ao uso de modelos concretos, animações e simulações, com vista a facilitar aos alunos a construção de um modelo mental adequado.

Os modelos concretos por serem fisicamente manipuláveis, são importantes no ensino da física, e destacam a tridimensionalidade das estruturas.

As animações proporcionam a visualização de fenómenos dinâmicos que envolvem mudanças constantes no tempo e que não seriam facilmente observáveis na realidade.

As simulações são animações interativas, no sentido do utilizador ter o controlo sobre o que vai aparecer na próxima imagem, através de uma modificação nos parâmetros variáveis de entrada. Têm a possibilidade de representações múltiplas.

Na sequência de ensino os modelos aplicados foram selecionados pelo grupo de professores para o plano de aula e são modelos que permitiram desenvolver as competências programáticas.

Os princípios da aprendizagem multimédia de Mayer, 2003 e Mayer & Moreno, 2003, que se aplicaram aos modelos selecionados foram:

- Princípio multimédia: a aprendizagem é mais efetiva quando são usadas palavras (canal auditivo-verbal) e imagens (canal visual) em vez de palavras sozinhas.
- Princípio da coerência: a aprendizagem é mais efetiva quando são excluídos sons, palavras e imagens irrelevantes.
- Princípio interatividade: a aprendizagem é mais efetiva quando é permitido ao aluno algum controlo sobre a apresentação, por exemplo fazer pausas, voltar para trás.
- Princípio da familiarização: a aprendizagem é mais efetiva quando os alunos conhecem previamente os termos e nomes apresentados.

Competências a desenvolver, forma de trabalho prevista e segmentos previstos para as aulas

Na primeira aula (90 minutos) será abordado o subtema: Produção, propagação e receção do som. Ondas transversais e longitudinais

Conteúdos	Competências					Momentos da aula	
	Conhecimento substantivo	Conhecimento processual	Raciocínio	Atitudes	Comunicação	Recursos	
Produção, propagação e receção do som; Ondas transversais e longitudinais	<p>Associar a produção de som à vibração de uma fonte sonora;</p> <p>Reconhecer a necessidade de um meio material elástico para a propagação do som;</p> <p>Identificar recetores de som;</p> <p>Distinguir entre ondas longitudinais e transversais.</p> <p>Identificar o som como uma onda mecânica longitudinal.</p>	Mobilizar conhecimentos com uso de animações, simulações e slinky.	<p>Selecionar informação relevante durante o uso das animações e simulações;</p> <p>Analisar e interpretar as animações e as simulações;</p> <p>Analisar e interpretar o uso da régua e mola slinky.</p> <p>Organizar a informação relativa aos conteúdos abordados num pequeno texto.</p>	<p>Respeitar os colegas e o professor;</p> <p>Aceitar as decisões do grupo;</p> <p>Trabalhar colaborativamente;</p> <p>Gerir o tempo dado para a realização da tarefa.</p>	<p>Utilização da Língua Portuguesa na comunicação escrita;</p> <p>Utilização de linguagem científica contextualizada.</p>	<p>Régua;</p> <p>Roteiro da tarefa;</p> <p>Computador, Animações e Simulações;</p> <p>Slinky;</p> <p>Caderno de atividades;</p> <p>Quadro e caneta de feltro.</p>	<p>Realização da tarefa: aplicação de conhecimentos e organização da informação num pequeno texto (70 min);</p> <p>Síntese de conteúdos programáticos através da elaboração/correção conjunta, no quadro, do texto elaborado (20 min);</p>

Na segunda aula (90 minutos) será abordado o subtema: Características das ondas e propriedades do som.

Conteúdos	Competências					Recursos	Momentos da aula
	Conhecimento substantivo	Conhecimento processual	Raciocínio	Atitudes	Comunicação		
Características das ondas e propriedades do som	<p>Conhecer e distinguir as características das ondas;</p> <p>Relacionar as características das ondas;</p> <p>Caracterizar o som pela altura, intensidade e timbre;</p> <p>Relacionar as características do som com as grandezas que definem a onda sonora;</p>	Mobilizar conhecimentos com uso de simulações.	<p>Selecionar informação relevante durante o uso das simulações;</p> <p>Analisar e interpretar as simulações;</p> <p>Organizar a informação relativa aos conteúdos abordados preenchendo a ficha.</p>	<p>Respeitar os colegas e o professor;</p> <p>Aceitar as decisões do grupo;</p> <p>Trabalhar colaborativamente;</p> <p>Gerir o tempo dado para a realização da tarefa.</p>	<p>Utilização da Língua Portuguesa na comunicação escrita;</p> <p>Utilização de linguagem científica contextualizada.</p>	<p>Roteiro da tarefa;</p> <p>Computador e Simulações;</p> <p>Caderno de atividades;</p> <p>Quadro e caneta de feltro.</p>	<p>Correção do TPC (20 min)</p> <p>Realização da tarefa: aplicação de conhecimentos e organização da informação (45 min);</p> <p>Síntese de conteúdos programáticos através da elaboração/correção conjunta, no quadro, do texto elaborado (10 min);</p> <p>Resolução de exercícios do caderno de atividades. (15 min)</p>

Caraterização das turmas

A sequência de ensino foi aplicada em duas turmas diferentes:

A turma X é constituída por 28 alunos, 15 rapazes e 13 raparigas. A média de idades é de 13 anos. Três alunos estão a repetir o 8º ano de escolaridade. Três alunos estão diagnosticados com hiperatividade e estão medicados e um aluno tem Síndrome de Asperger.

A turma bastante heterogénea, pois é constituída por um grupo de alunos bastante trabalhador e que se destaca pela positiva (8 alunos) e por outro grupo que tem um desempenho insuficiente na generalidade das disciplinas (14 alunos).

No final do 2º período a média da turma à disciplina de Ciências Físico-Químicas foi 3,54 valores; três alunos tiveram nível dois.

A turma Y é constituída por 25 alunos, 12 rapazes e 13 raparigas. A média de idades é de 13 anos. Quatro alunos estão a repetir o 8º ano de escolaridade. Dois alunos estão diagnosticados com hiperatividade e estão medicados.

É uma turma homogénea, pouco trabalhadora e 17 alunos revelam um desempenho insuficiente na generalidade das disciplinas

No final do 2º período a média da turma à disciplina de Ciências Físico-Químicas foi 3,04 valores; também três alunos tiveram nível dois. A maioria dos alunos revela problemas de comportamento o que reflete no empenho e concentração dos mesmos na realização das tarefas propostas.

Apresentação das tarefas aos alunos. Dinamização da participação e envolvimento dos alunos nas tarefas propostas

As turmas estão divididas em 2 turnos, por isso a sequência de ensino foi aplicada a 4 turnos diferentes. Em cada turno os alunos foram divididos em 3 grupos (devido ao número de computadores disponíveis).

No início da primeira aula os alunos foram questionados sobre os conhecimentos que já possuíam sobre a produção, propagação e receção do som. Verificou-se que a maioria dos alunos já possuía alguns conhecimentos sobre o assunto.

Seguidamente foi entregue aos alunos o roteiro de exploração da aplicação “simulador de som” e animações (apêndice 1), e os restantes momentos da aula decorreram conforme o planificado.

Os alunos da turma X aderiram com entusiasmo e não tiveram dificuldades em realizar as tarefas propostas. As questões colocadas prenderam-se com a curiosidade de saber mais sobre o som.

Os alunos da turma Y evidenciaram mais dificuldades em interpretar as animações, as simulações e em perceber as diferenças entre a onda longitudinal e a onda transversal quando se recorreu ao uso da slinky. As questões colocadas prenderam-se com a dificuldade em compreender as potencialidades dos

simuladores e em interpretar as animações e simulações fornecidas e em retirar as conclusões solicitadas. Necessitaram mais da intervenção da professora.

As tarefas foram realizadas recorrendo à estratégia de que quando um aluno manifestava alguma dúvida tinha que tentar esclarecê-la com os seus pares. Quando um aluno questionava professora, esta respondia com outra questão que o dirigia para a solução do problema.

Na animação utilizada na última questão do roteiro da aula (apêndice1) os alunos referiram que a onda longitudinal transporta energia e matéria (aspeto negativo da animação). Necessitaram da ajuda da professora para interpretar que apenas ocorria transporte de energia.

Nesta aula existiram dois momentos diferentes de síntese dos conhecimentos científicos; um após o preenchimento do roteiro e antes da utilização da mola slinky e outro após o uso da mola, em que a professora evidenciou a direção de vibração e de propagação para os dois tipos de onda. A síntese foi feita em grande grupo (alunos e professora) e registada no quadro. Nos momentos de síntese os alunos foram questionados pela professora sobre as respostas que elaboraram e as mesmas foram registadas no quadro e transcritas para o caderno dos alunos.

A segunda aula teve início com a correção do trabalho de casa. Seguidamente solicitou-se aos alunos que pesquisassem no manual as características das ondas.

Posteriormente foi entregue aos alunos o roteiro de exploração da aplicação “simulador de onda numa corda” (apêndice 2).

Os alunos da turma X aderiram com entusiasmo e apenas revelaram dificuldades na tarefa de medir o período da onda. Este facto ocorreu devido ao intervalo de tempo a medir ser muito pequeno, o que levou a professora a referir que a medição tinha um erro significativo.

A maioria dos alunos da turma Y não tinha realizado o trabalho de casa e por isso a distribuição dos tempos previstos na planificação não foram cumpridos. Com o objetivo de cumprir a planificação, os alunos não realizaram a pergunta 1 do roteiro. Foram informados sobre as potencialidades do simulador e começaram a elaborar a resposta à pergunta 2.

O grupo de alunos do segundo turno evidenciou mais dificuldades em interpretar as simulações e em retirar as conclusões solicitadas. No início do trabalho, alguns alunos chegaram a referir que não estavam a perceber o que se pretendia e não mostraram nenhum empenho. Após a intervenção da professora, que os questionou sobre as características das ondas e lhes mostrou novamente as

potencialidades do simulador, os alunos realizaram a tarefa e, à semelhança da turma X, apenas revelaram dificuldades na medição do período.

As tarefas foram novamente realizadas recorrendo à estratégia de que quando um aluno manifestava alguma dúvida tinha que tentar esclarecê-la com os seus pares. Quando um aluno se dirigia à professora, esta respondia questionando o aluno com outra questão que o encaminhava para a solução do problema.

Após a conclusão do roteiro foi elaborada a síntese em grande grupo (alunos e professora) e registada no quadro. Novamente os alunos foram questionados pela professora sobre as respostas que elaboraram e as mesmas foram registadas no quadro e transcritas para o caderno dos alunos.

Posteriormente, os alunos ainda realizaram alguns exercícios do caderno de atividades.

Trabalho dos alunos nas tarefas

Considera-se que os alunos atingiram os objetivos previstos com a sequência de ensino e apreenderam os conceitos de física, pois na aula seguinte aos alunos terem realizado a sequência de ensino, os mesmos realizaram uma questão aula e os resultados foram bastante satisfatórios. Na turma X a média das classificações foi de 79 % e houve 1 negativa (aluno com Síndrome de Asperger). Na turma Y a média das classificações foi de 71 % e também houve 1 negativa.

É de evidenciar a facilidade com que os alunos, principalmente os da turma X, se envolveram com o uso dos recursos multimédia, conseguiram mobilizar conhecimentos e trabalhar colaborativamente. Durante o uso dos recursos existiram vários momentos de partilha de conhecimentos. Os alunos que mais facilmente manipulavam os simuladores, ajudavam os que evidenciavam mais dificuldades e os que melhor tinham compreendido as características das ondas também partilhavam os seus conhecimentos com os colegas.

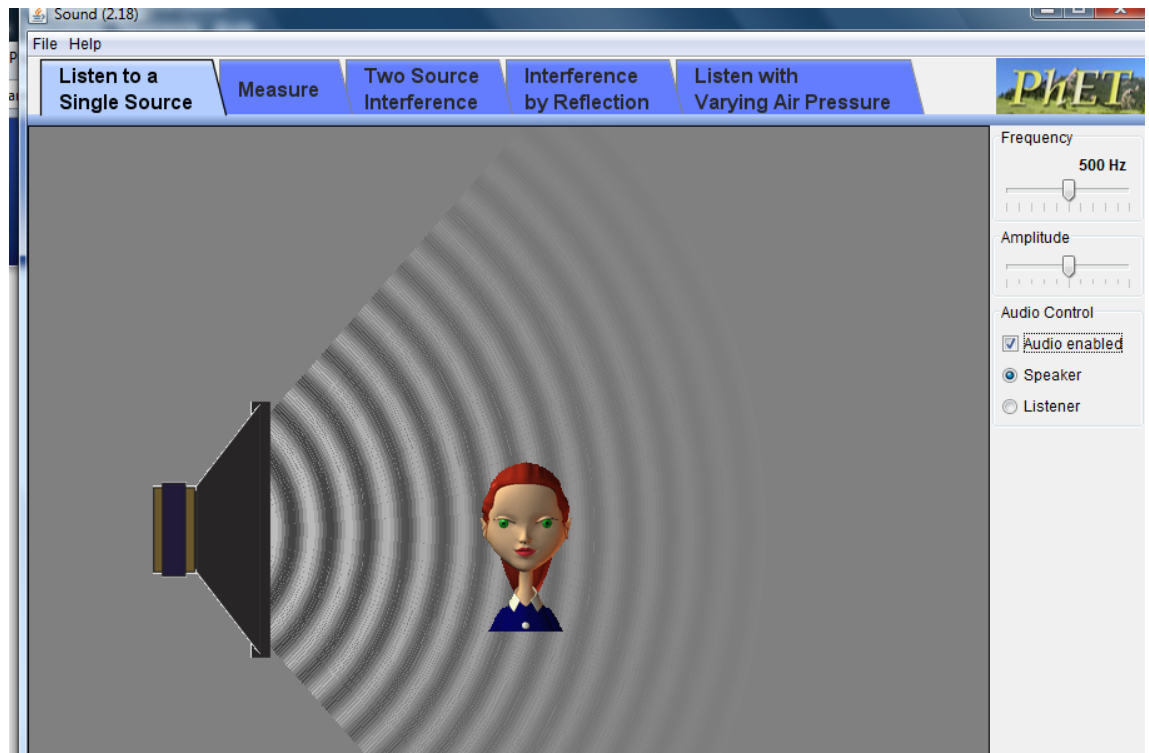
As dificuldades que os alunos revelaram ao trabalhar com estes recursos já foram evidenciadas ao longo deste relatório. Apenas é referir que os alunos manifestaram o seu desagrado pelo som que as frequências mais elevadas produziam.

Apêndices

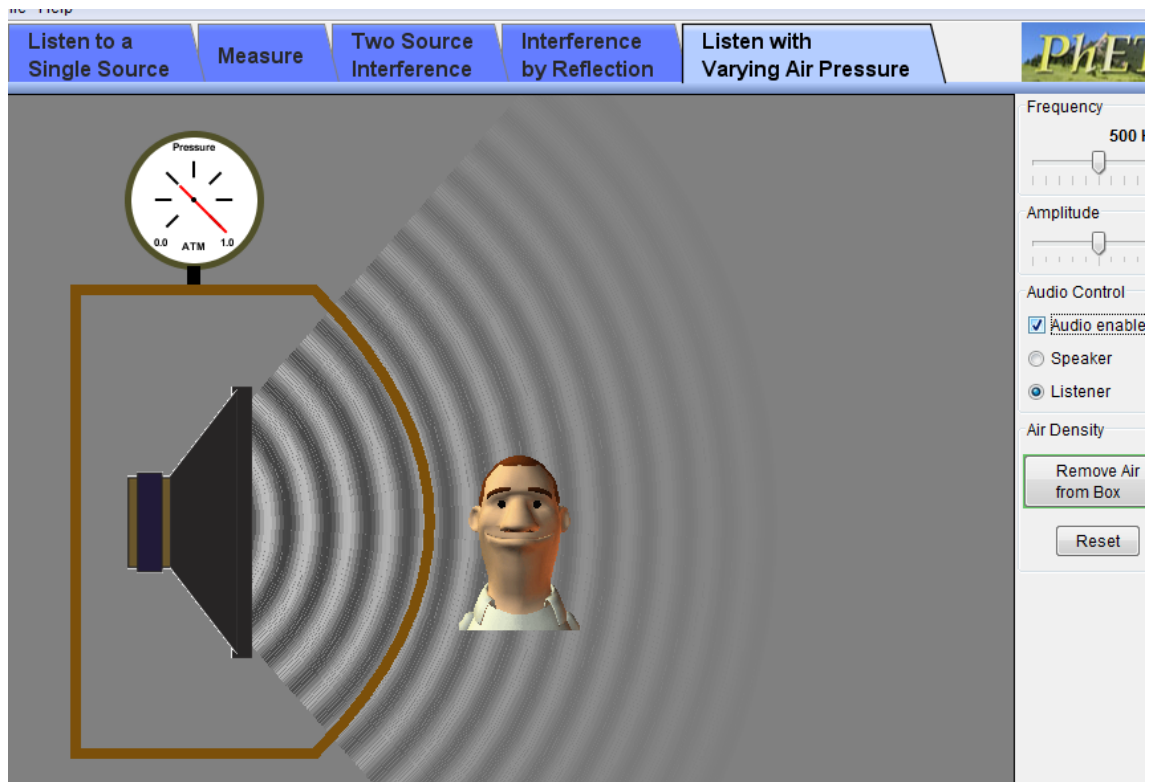
Apêndice 1

Roteiro de exploração da aplicação "simulador de som" e animações

1. Observem o que a professora está a fazer e expliquem o ocorrido. (régua)
2. Na aplicação, dispensem alguns minutos a mexer à vontade nos vários botões, para se familiarizarem com a aplicação.

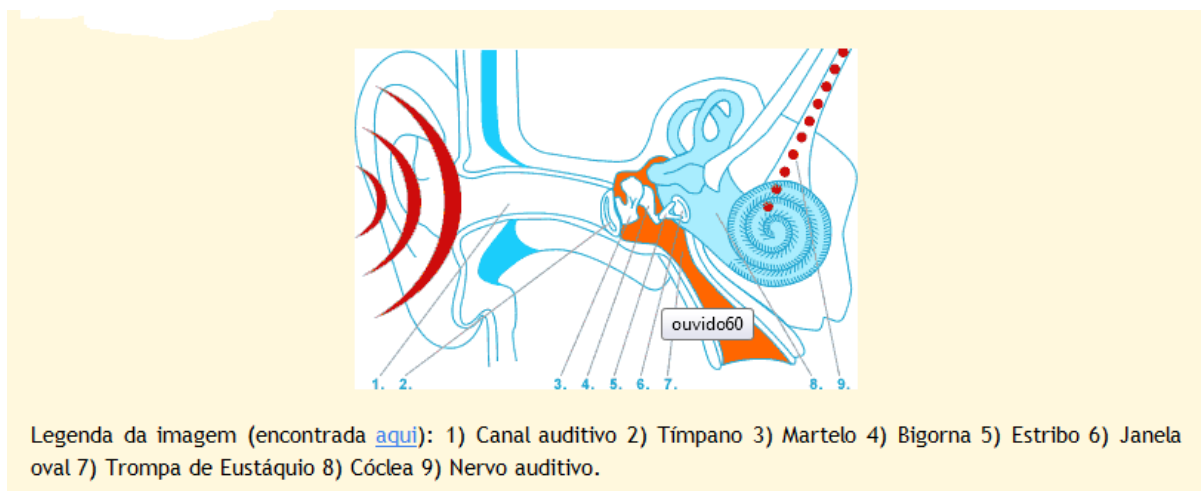


Selecione os parâmetros iniciais de acordo com os apresentados na figura seguinte.



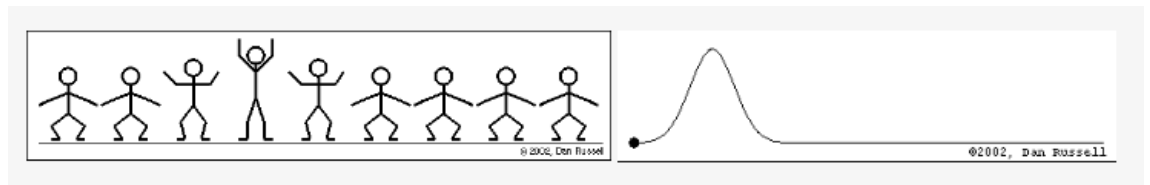
Removam o ar da caixa. Tirem conclusões.

3. Observem a seguinte animação.



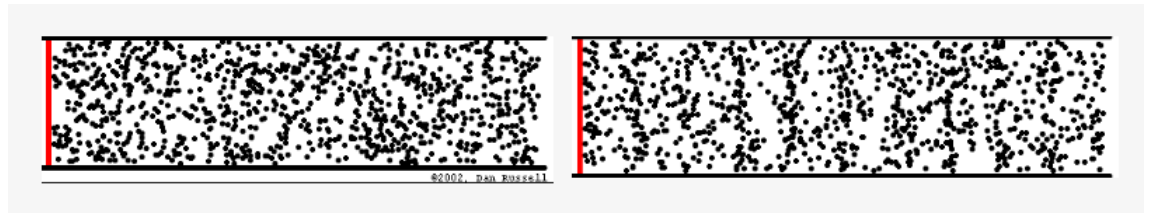
Expliquem num pequeno texto como é que o Homem receciona o som.

4. Observem a seguinte animação.



Expliquem num pequeno texto o que observam.

5. Observem a seguinte animação.

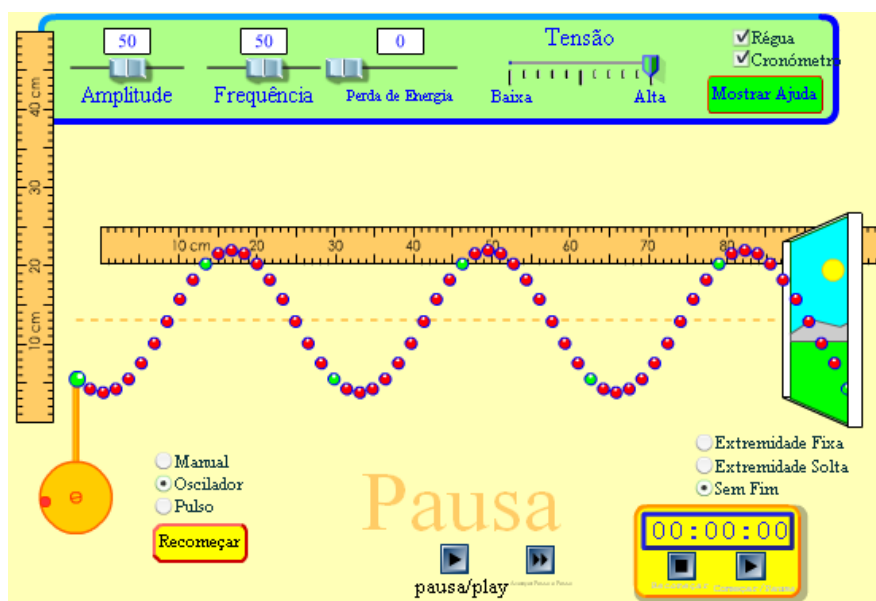


Expliquem num pequeno texto o que observam.

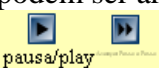
Apêndice 2

Roteiro de exploração da aplicação "simulador de onda numa corda"

1. Na aplicação, dispensem alguns minutos a mexer à vontade nos vários botões, para se familiarizarem com a aplicação.
2. Seleccionem a opção ☒ Sem Fim e os parâmetros iniciais de acordo com os apresentados na figura seguinte.



As réguas podem ser arrastadas e ajustadas para todas as medidas que necessitem efetuar.

Os botões  podem ajudar a conseguir efetuar melhor as leituras; estes botões também fazem parar ou avançar o tempo do cronómetro.

3. Efetuem a medição da **amplitude**. Registem os valores medidos no quadro seguinte.

Amplitude	Altura da onda
100	
60	
20	

4. Efetuem a medição do **comprimento de onda**, da **frequência** e do **período**. Preenham a tabela abaixo.

Frequência	Comprimento de onda	Período
50		
30		
20		

5. O que acontece ao comprimento de onda quando se varia a frequência? E ao período? Tirem conclusões.
6. Aprendeste nas aulas de música que existem sons agudos/ graves e sons fortes/fracos. Utilizando o simulador seguinte, façam variar a frequência e a amplitude e associem os sons agudos/ graves e sons fortes/fracos à característica correta do som.



Amplitude	Característica do som
Som agudo	
Som grave	
Som forte	
Som fraco	

Referências Bibliográficas

Ferreira, C. (2012). Comunicação apresentada na formação.

Ferreira, P. F. M., & Justi, R.S. (2008). Modelagem e o “Fazer Ciência”. Química Nova na Escola, 28, p. 32-36

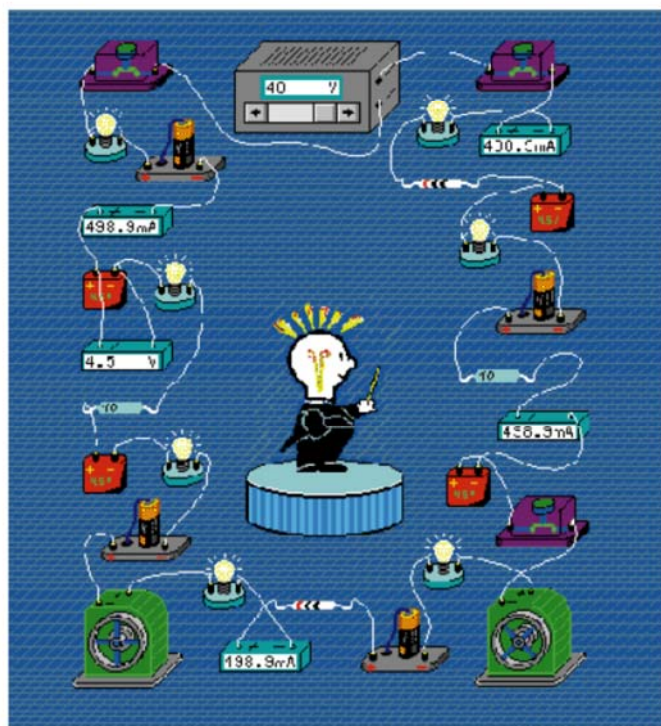
Galvão, C. (Coord), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., & Pereira, M. (2002). Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico. Lisboa: Ministério de Educação, Departamento de Educação Básica

Machado, A. H., & Moura, A. L.A. (1995). Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química”. Química Nova na Escola, 2, p. 27-30

2012

Recursos Multimédia nas aulas de Física e Química

A Eletricidade e os Multimédia!



Índice

1.	Sequência de Ensino.....	2
2.	Caraterização da turma	4
3.	Gestão das aulas pela professora	4
4.	Trabalho dos alunos nas tarefas	6
5.	Reflexão final.....	9

1. Sequência de Ensino

A sequência de ensino foi aplicada a uma turma de 9º Ano (um turno), em duas aulas de 90 minutos, recorrendo ao uso de recursos multimédia. Esta sequência obedeceu à seguinte ordem:

- | | | |
|--------|---|---|
| Aula 1 | { | <ul style="list-style-type: none">• O que é a eletricidade?• Componentes e esquemas de circuitos elétricos;• Circuitos em série e em paralelo. |
| Aula 2 | { | <ul style="list-style-type: none">• O que é a corrente elétrica?• Corrente elétrica contínua e alternada;• O que é a diferença de potencial?• Como se mede a diferença de potencial? |

Foi elaborada para cada uma das aulas a seguinte planificação:

Aula 1

Pequena introdução (05 min)

Vídeo sobre a eletricidade (10 min)

<http://www.youtube.com/watch?v=Kst1OKvXAIY&feature=related>

Breve reflexão sobre: (15 min)

- O que é a eletricidade e de onde vem?
- A importância da eletricidade no dia-a-dia;
- Imaginar a nossa vida sem eletricidade.

Introdução dos conceitos (45 min)

(Utilização do BRIP – Circuitos elétricos)

http://brip.portoeditora.pt/page.php/resources/view_all?id=cfq9_10&from=search

- Circuitos elétricos e a sua constituição;
- Montagens do circuito e a sua representação esquemática;
- Circuitos em série e em paralelo;

Aplicação (15 min)

- Realização de exercícios interativos pelos alunos (BRIP)

http://brip.portoeditora.pt/page.php/resources/view_all?id=cfq9_10&from=search

- Resolução de exercícios em trabalho individual (página 83 do manual adotado).

Aula 2

Correção do TPC (página 83 do manual adotado) (15 min)

Introdução dos conceitos: (50 min)

- O que é a corrente elétrica

(Utilização do BRIP – “Corrente elétrica - A corrente elétrica e os condutores”)

http://brip.portoeditora.pt/page.php/resources/view_all?id=cfq9_10&from=search

- Corrente elétrica contínua e alternada

(Exposição dos conceitos e exploração do manual – páginas 84 a 86)

- Diferença de potencial

(Utilização do BRIP – “Corrente elétrica - A d.d.p”)

(Exploração do manual – páginas 87 a 91)

Aplicação (25 min)

- Visualização e exploração pelos alunos dos vídeos:

<http://www.skool.pt/content/sims/Phys/Measuring%20Voltage/launch.html>

http://www.youtube.com/watch?v=vu_xli_T7Yo

- Resolução de exercícios em trabalho individual (página 92 do manual).

2. Caraterização da turma

Foi feita a aplicação da planificação das aulas delineada de acordo com o proposto a 12 alunos, sendo 4 do sexo feminino e 8 do sexo masculino.

As idades situam-se entre os 13 e 15 anos.

Quanto ao aproveitamento verifica-se o seguinte:

1º Período – 2 alunos com nível dois, 3 alunos com nível três, 5 alunos com nível quatro e 2 alunos com nível cinco;

2º Período – 2 alunos com nível um, 2 alunos com nível dois, 3 alunos com nível três, 3 alunos com nível quatro e 2 alunos com nível cinco.

Salienta-se que existem 3 alunos muito pouco interessados na disciplina de Ciências Físico-químicas e na escola em geral. E os restantes 7 alunos mostram-se muito interessados e empenhados na referida disciplina.

3. Gestão das aulas pela professora

Descrição geral das aulas

As aulas decorreram conforme o planeado. Na primeira, a professora começou por fazer uma pequena introdução ao tema. Foi pedido aos alunos que participassem através de respostas, a questões relacionadas com o seu dia-a-dia (ensino CTSA).

Observações dos alunos durante a aula

Foram selecionadas algumas intervenções dos alunos que nos permitem fazer algumas reflexões sobre a aplicação destes recursos multimédia em contexto de sala de aula:

Questão de sala de aula:

“Como se produz energia elétrica?”

Respostas:

- Com gerador.
- Com centrais.
- Com queima.

Após a visualização os alunos apreenderam a veracidade das respostas dadas.

Questão de sala de aula:

“O que é um circuito elétrico?”

Respostas:

- Sei o que é mas não sei explicar.
- É um circuito no qual a eletricidade passa.

Após a visualização os alunos adquiriram o conhecimento do funcionamento de um circuito elétrico.

Intervenções dos alunos no decorrer da aula:

“O corpo humano tem energia?”

“Os símbolos mudam de país para país?”

“Não é mais prático fazer as ligações em paralelo?”

“Porque se gastam as pilhas?”

Após visualizar um circuito com os componentes reais e não com símbolos um aluno exclamou:

“Que grande confusão de imagens!”

Dificuldades encontradas na aplicação destes recursos multimédia

Um dos vídeos estava em Português do Brasil o que levou à necessidade da explicação de alguns termos;

Num dos exercícios interativos os eletrões são representados por bolas podendo levar os alunos à conceção errada destas partículas;

Nem todos os exercícios interativos permitiram a participação direta de todos alunos devido à inexistência de computadores.

Indicar o modo como os recursos foram apresentados aos alunos

Os recursos foram apresentados aos alunos, fazendo uma breve e prévia introdução, com o objetivo de contextualizar o que iriam ver.

4. Trabalho dos alunos nas tarefas

Durante as aulas lecionadas, foram propostas aos alunos, diversas tarefas, tais como: a intervenção oral, a resolução de exercícios do manual, a realização de exercícios interativos.

Em todas estas tarefas, os alunos participaram de forma ativa e empenhada.

Analisando as diversas tarefas realizadas, verificámos que a maioria dos alunos as realizou de forma correta e revelando interesse e empenho.

Podemos concluir que a generalidade dos alunos atingiu os objetivos propostos, revelando interesse pelo tema, nas suas intervenções orais, respondendo de forma correta aos exercícios, revelando ter apreendido os conceitos físicos necessários.

A grande maioria dos alunos envolveu-se de forma empenhada na visualização e utilização dos recursos multimédia. Participaram de forma ativa e interessada na visualização do vídeo e no debate, respondendo e colocando questões; mostraram interesse na visualização e aplicação dos conceitos explorados no BRIP; participaram ativamente na resolução dos exercícios interativos.

Exemplo da resolução de alguns dos exercícios propostos:

Cálculo da Corrente Elétrica
em função da tensão

9º D

- Pág. 96 Manual

* Vamos o que aprendi

- * A intensidade da corrente elétrica é a quantidade de carga elétrica que passa numa seção do circuito, por unidade de tempo.
- * A intensidade da corrente elétrica é uma grandeza física que se exprime em amperes.
- * Num circuito em série, a intensidade da corrente é igual em qualquer parte do circuito.
- * Num circuito em paralelo, a intensidade da corrente no circuito principal é igual à soma das intensidades das correntes que passam as derivações.

* Considero o que aprendi

1. ①
2. A-V
B-V
C-F
D-F
E-F
3. B, C. Os voltímetros são que estão sempre em paralelo e os amperímetros em série, o que só acontece no B e C.
4. A- $1\text{ kA} = 1000\text{ A}$
 $10 \times 1000 = 2000\text{ A}$
- B- $1\text{ mA} = 0,001\text{ A}$
 $30 \times 0,001 = 0,03\text{ A}$
- C- $1\text{ }\mu\text{A} = 0,000\text{ 001 A}$
 $5000 \times 0,000\text{ 001} = 0,0005$
- D- $50 \times 10^6\text{ }\mu\text{A} = 500\text{ 000 A}$
 $500\text{ 000} \times 0,000\text{ 001} = 5\text{ A}$

5.1 1º circuito $A_1 = 1,0A$
2º circuito $A_2 = 2,0 - 1,2 = 0,8A$

5.2 No primeiro circuito os lâmpadas têm um brilho igual, porque nos circuitos em série a intensidade da corrente é igual em qualquer ponto do circuito. + (como é o caso),

5.3 Não, não são iguais, porque tendo 2A nos seus terminais l_3 só deixa passar 0,8A e l_4 só deixa passar 1,1A.

6.1 $A_2 = 0,90A$
 $A_3 = 0,90A - 0,30A = 0,60A$
 $A_4 = 0,30A$

6.2 A lâmpada que brilha mais no circuito é a A_1 .

6.3 A-V
B-F
C-F
D-F

5. Reflexão final

Considerou-se que a utilização das novas tecnologias é um recurso importante a utilizar agora e no futuro, dentro da sala de aula. O motivo de interesse na realização desta ação de formação assentou no facto de se pretender desenvolver mais profundamente, as competências na utilização destes recursos multimédia, adaptados à área curricular que lecionamos, para melhorar/diversificar a nossa prática pedagógica.

Considera-se que este tipo de recurso é uma mais-valia nas aulas de Físico-Química, permitindo aos alunos:

- Maior noção/abrangência de conceitos abstratos e espaciais dos modelos/conteúdos a adquirir;
- Maior perceção na interiorização de modelos;
- Maior capacidade de visualização dos conceitos a adquirir;
- Maior concentração, canalizando a sua atenção para os conteúdos em estudo;
- Estabelecerem uma ligação meios audiovisuais-realidade escola;
- Verificarem que a escola avança lado a lado com a tecnologia.

No futuro vamos continuar certamente a utilizar estes recursos tendo em atenção a sua seleção, atendendo ao nível de ensino e à faixa etária dos alunos, dado que a visualização/interiorização depende da vivência do recetor.

Ação de formação:

O uso de recursos multimédia nas aulas de Física e Química

Planificação de uma sequência de ensino:

“jogando e aprendendo”

Formadoras: Ana Maria Freire, Celeste Ferreira, Mónica Baptista
e Sofia Freire

Realizado por: GRUPO D

5 de Junho de 2012

No âmbito desta formação foi-nos pedido uma planificação de uma sequência de ensino. Por isso o nosso grupo decidiu elaborar e preparar uma atividade para o tema da Eletricidade do 9º ano de escolaridade. Sendo assim, esta planificação insere-se no Tema de Sistemas elétricos e eletrónicos e segundo as Orientações Curriculares, a eletricidade faz parte da vida diária e pretende-se que os alunos conheçam princípios básicos de eletricidade e suas aplicações. Além disso devem conhecer regras de segurança na utilização de materiais e dispositivos elétricos.

É suposto os alunos poderem começar por montar circuitos simples, identificar os componentes do circuito, medir a intensidade de corrente, a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito e discutir regras de segurança no manuseamento de equipamento elétrico. O objetivo é aprofundar questões sobre circuitos eléctricos simples, efeitos da corrente eléctrica e consumo de electricidade.

As competências a desenvolver pelos alunos são o conhecimento, ao explorar os temas abordados; raciocínio, ao selecionar e analisar informação; comunicação, ao apresentar os resultados obtidos, e ao registar no wiki informação linguística e cientificamente correta; atitude, ao solicitar a realização de trabalho colaborativo pelos alunos.

Os recursos utilizados (www.andythelwell.com/blobz/ e <http://www.hyperstaffs.info/work/physics/child/index.html>) permitem a visualização de esquemas e representações dos respetivos circuitos e componentes; são interativos (os alunos podem fazer pequenas atividades e responder às questões finais, de forma a sistematizar a informação); são apelativas e divertidas (muito importante no caso de alunos mais desmotivados); estimulam a natural curiosidade dos jovens; relacionam os conteúdos abordados nas aulas com o quotidiano; possuem animações interativas que permitem aos alunos visualizar informação e simular experiências laboratoriais. Quanto à utilização do wiki (www.turmawi.wikispaces.com) este recurso permite a sistematização da informação e a interatividade entre alunos e professor, para além de desenvolver o rigor na linguagem.

Passando à caracterização da turma, esta é constituída por 20 alunos, inicialmente eram 26 mas foram desistindo e anulando a matrícula. As idades variam entre os 15 e os 19 anos. O aproveitamento é fraco, a maioria dos alunos tem plano de recuperação e de acompanhamento e a média de negativas por aluno é 6 negativas. São alunos desmotivados e desinteressados quer pela escola quer pela disciplina e sem hábitos de trabalho.

A turma foi dividida em grupos de 3 alunos. As duas aulas de 90 min dividiram-se em 6 momentos (anexo 1). A tarefa foi apresentada em duas fases: na 1ª fase (1ª aula) entregou-se uma ficha em papel e solicitou-se aos alunos que fizessem o que era pedido (anexo 2). Na 2ª fase (2ª aula) os alunos aprenderam a utilizar e escrever no wiki e terminam a tarefa (anexo 3). Os alunos iam explorando os *sites* e realizando a tarefa proposta e a professora ia circulando pela turma, esclarecendo dúvidas e orientando os alunos para que estes não se dispersassem, uma vez que já tinha sido lecionada a matéria referente a esta tarefa, que servia para consolidação das aprendizagens e conceitos.

Prevemos que uma eventual dificuldade que poderá surgir por parte dos alunos será a dificuldade em perceber o conteúdo dos *sites*, pois são todos eles em Inglês. Por isso, uma das estratégias será colocar um elemento de cada grupo com conhecimento da língua estrangeira ou utilizar dicionários *online*. Outra dificuldade poderá ser escrever no wiki mas a professora estará presente na aula para esclarecer todas as dúvidas.

A avaliação dos alunos foi formativa e com base na tabela do anexo 4. A síntese dos conhecimentos científicos apenas foi feita no final da segunda tarefa e cada aluno registou no wiki as dificuldades sentidas, as potencialidades da tarefa e do recurso (wiki) e o que aprenderam.

No geral as duas aulas correram bem e os alunos aderiram à atividade e mostraram empenho. Uma situação embaraçosa foi o fato de o primeiro *site* não funcionar, estava bloqueado, no entanto, os alunos puderam realizar a atividade com base no segundo *site*. Apesar das dificuldades sentidas com a Língua inglesa do *site*, os

alunos consultaram o "Google tradutor" e conseguiram perceber o que era pedido. Gostaram mais dos jogos que tinham campainhas e armas, pois faziam barulhos, o que suscitava bastante interesse por parte destes.

Pensamos que a maioria dos alunos conseguiu atingir os objetivos previstos e que alguns conceitos sobre o tema, que ainda não tinham sido compreendidos, foram finalmente assimilados e serviu de revisão, pois todos os conceitos foram, de alguma forma, lembrados. O que mais motivou os alunos foram os recursos novos e o facto de terem sido eles próprios a manipular a simulação e, posteriormente, a trabalhar no wiki, um recurso totalmente novo para eles. A segunda aula foi interessante pois os alunos estavam entusiasmados por também eles terem um wiki, tanto que quiseram personalizar as páginas de cada grupo com uma pequena imagem identificativa dos elementos do grupo e colocaram cores para se distinguirem uns dos outros, dentro de cada grupo.

Nunca pensámos que estes alunos se interessassem tanto pela atividade, pois nunca tinham mostrado qualquer curiosidade nem simpatia por qualquer atividade diferente do habitual (simulações, vídeos, animações, ...). Já referimos que a principal dificuldade foi a tradução mas que também foi facilmente resolvida e superada com a ajuda do Google tradutor e com a ajuda da professora.

Situações:

"Em traduzir as frases. Sim, não dificulta tanto a forma de perceber as coisas. Senti bem, foi engraçado."

"Aprendi a construir circuitos elétricos, e a diferença de tipos de eletricidade em nossas casas. Tive mais dificuldades em responder a certas questões sobre a intensidade da corrente. Percebi melhor a matéria em esquemas do que em fichas. Senti-me bem, foi divertido."

"aprendi mais sobre montar circuitos através da visualização de esquemas."

"Aprendi a diferenciar a intensidade da corrente e a d.d.p. dos circuitos elétricos. Tive alguma dificuldade em perceber algumas palavras que apareceu nos jogos. Tive mais facilidade em aprender nos jogos do que nas fichas. Gostei muito de trabalhar no wiki, foi muito interessante."

“aprendi como construir circuitos elétricos com objetos que não tínhamos usado nas aulas. Tive alguma dificuldade nas questões. Foi mais fácil a atividade da eletricidade em casa. Foi giro trabalhar no wiki.”

“A montar circuitos e aprendi novas palavras em inglês relacionadas com a matéria. Não tive Dificuldades, talvez um pouco no Inglês. Esclareci as minhas dúvidas com os exercícios apresentados visto que estavam simplificados em desenhos e esquemas.”

“Aprendi mais facilmente a montar circuitos. Na língua. Os esquemas são mais fáceis.”

“Aprendi a montar circuitos com várias lâmpadas, que eu desconhecia que a luminosidade diminuía consoante as lâmpadas. Com aulas práticas torna-se mais fácil de aprender. Engraçada, interessante e foi um modo de ter aulas mais fáceis.”

“Aprendi melhor os símbolos e a montar os circuitos. Talvez na parte do inglês. Os esquemas, sem dúvida que são mais fáceis. Foi bastante engraçado. Foi muito gira e divertida.”

“É mais fácil perceber a matéria. Como te sentiste a trabalhar com o wiki? Foi mais fácil e divertido. O que achaste da tarefa? Foi engraçada e fez-nos perceber melhor a matéria.”

Anexos

Momentos da aula:

1º momento: (cerca de 20 min)

Explorar cada página disponibilizada de forma rápida, para conhecer a sua estrutura.

A. <http://www.andythelwell.com/blobz/>

B. <http://www.hyperstaffs.info/work/physics/child/index.html#>

2º momento: (cerca de 10 min)

Identificar os diferentes temas que são abordados em cada página.

3º momento: (cerca de 30 min)

Selecionar uma página e explorá-la de forma mais aprofundada. Registrar numa folha a página que escolheram e as razões da vossa opção.

4º momento: (cerca de 40 min)

Realizar pelo menos uma das atividades disponíveis na página. (cerca de 20 min)

Registrar numa folha (cerca de 20 min):

- a. O assunto abordado
- b. A tarefa que vos é proposta (podem utilizar esquemas, imagens, texto)
- c. A informação relevante, fornecida durante a atividade
- d. As questões a que têm de responder
- e. O que aprenderam

5º momento: (cerca de 50 min)

Apresentar a wiki à turma e ensinar a utilizar esta ferramenta. Inscrição dos alunos no wiki, um aluno por grupo.

Cada grupo escreve na página respetiva o ponto 2, 3 e 4 da ficha.

6º momento: (cerca de 10 min)

Fazer uma síntese dos conhecimentos científicos aprendidos.



Nome: _____ Nº _____

COMO FUNCIONAM OS CIRCUITOS ELÉTRICOS?

Nesta atividade vais ter oportunidade de estudar circuitos elétricos, utilizando algumas páginas Web interativas que estão à tua disposição na *Internet*.

Em cada página têm à vossa disposição: atividades sobre diferentes temas; informação relevante acerca das atividades e alguns jogos ou questões.



1. **Explore** cada página de forma rápida, para conhecer a sua estrutura:

A. <http://www.andythelwell.com/blobz/>

B. <http://www.hyperstaffs.info/work/physics/child/index.html#>

2. **Identifiquem** os diferentes temas que são abordados em cada uma.

3. **Selecione** uma página e **explorem-na** de forma mais aprofundada. **Registem** numa folha a página que escolheram e as **razões** da vossa opção.

4. **Realizem** pelo menos uma das atividades disponíveis nessa página. **Registem**:

a. O assunto abordado;

b. A tarefa que vos é proposta;

c. A informação relevante, fornecida durante a actividade;

d. As questões a que têm de responder;

e. O que aprenderam.

Bom Trabalho!



Nome: _____ Nº _____

COMO FUNCIONAM OS CIRCUITOS ELÉTRICOS?

1. Depois de exploradas as página da aula anterior identifiquem os diferentes temas que são abordados em cada uma e coloquem no wiki.

2. Registem no wiki a página que escolheram e as razões da vossa opção.

3. Registem no wiki:

- a. O assunto abordado;
- b. A tarefa que vos é proposta (podem utilizar esquemas, imagens, texto);
- c. A informação relevante, fornecida durante a actividade;
- d. As questões a que têm de responder;
- e. O que aprenderam.

4. Se tiverem dúvidas durante a realização das atividades, coloquem-nas no fórum de discussão do wiki.

5. Respondam às questões no fórum discussão.

Bom Trabalho!



CFQ 9º ano – Circuitos elétricos

[illegible]

GRUPO D

Ação de formação: O uso de recursos multimédia nas aulas de Física e de Química



Boas vibrações na sala de aula: vamos surfar as ondas do som!



Introdução

No âmbito desta ação de formação foram concebidas duas sequências de ensino para o estudo da subunidade temática *Produção e transmissão do som* que se insere no tema organizador *Sustentabilidade na Terra*. Como tal, inicia-se o estudo desta subunidade partindo do que os alunos já aprenderam em Música, uma das disciplinas oferta da escola. Os alunos podem assim classificar os instrumentos quanto ao modo como produzem o som e estudar os seus atributos. Já na segunda sequência, pretende-se que os alunos estudem a propagação do som. Para tal, utiliza-se, como ponto de partida, o cinema, designadamente os filmes de ficção científica, para levar os alunos a compreender que é necessário um meio material para o som se propagar. Nessa sequência, os alunos são ainda confrontados com uma situação retratada no excerto de um filme cuja explicação permite que os alunos apreendam que a velocidade de propagação do som é diferente nos diversos meios materiais.

Para estas duas sequências de ensino foram concebidas e aplicadas tarefas de investigação. A implementação desta estratégia em sala de sala pressupõe que os alunos desempenhem um papel mais ativo e colaborador num trabalho de grupo continuado em que eles colocam questões, formulam hipóteses, pesquisam informação, utilizam diferentes ferramentas para recolha de dados, analisam, discutem e comunicam resultados. As tarefas podem, por isso, ser um ponto de partida para aprender ciência, sobre ciência e fazer ciência em sala de aula. Nesta perspetiva construtivista da aprendizagem, o professor assume uma função diferente do ensino tradicional, deixando de ser o foco da sala de aula e assumindo, como seu, o papel de orientador e facilitador das aprendizagens.

Os recursos multimédia surgem, então, como uma ferramenta que o professor pode utilizar para desenvolver algumas competências preconizadas no currículo, facilitar a compreensão de conceitos e a construção de conhecimento científico dos seus alunos. Contudo, a escolha dessas ferramentas deve levar em consideração três fatores: a capacidade de processamento é limitada, é utilizado conhecimento prévio para dar um sentido à nova informação e a informação é transformada para dar sentido à

experiência. Daí que a seleção de recursos deva ser criteriosa para promover a aprendizagem dos alunos.

No que se refere às sequências de ensino para esta subunidade, os princípios de aprendizagem multimédia auxiliaram no processo de escolha dos recursos – vídeos e simulações - e nortearam a conceção das tarefas de investigação. Um dos critérios utilizados foi então o princípio da coerência, pois as visualizações utilizadas não tinham palavras, imagens ou sons irrelevantes. No caso das simulações, foi fornecido o respetivo guia de utilização para evitar a dispersão dos alunos e tornar, assim, a aprendizagem mais efetiva. O princípio multimédia foi também tido em conta, visto que, numa das simulações utilizadas, a informação aparecia sob a forma de texto (em inglês) e imagem. Em todos os recursos utilizados era permitido ao aluno algum controlo sobre a visualização, pelo que o princípio da interatividade constituiu igualmente um fator de ponderação.

Na aplicação de tarefas de investigação os alunos trabalham em grupo, pelo que a professora considera necessária a utilização de uma grelha de observação para a avaliação dos alunos, por cada tarefa realizada. Esta grelha contém uma lista de descritores que incidem sobre os seguintes aspetos: relação com os outros, trabalha cooperativamente, demonstra autonomia, toma decisões e gestão do tempo.

As fichas das tarefas são também avaliadas com o auxílio de uma grelha de descritores em relação a alguns parâmetros, designadamente: utilizar corretamente a Língua Portuguesa, utilizar linguagem científica, registar resultados, tirar conclusões, sintetizar informação e refletir sobre o trabalho desenvolvido.

No capítulo seguinte são apresentadas as duas sequências de ensino em que são indicados os conteúdos abordados, as competências (conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudinais) mobilizadas em cada tarefa e os momentos de aula.

Sequência de ensino

Duração: 90 minutos	
Unidade temática: Som e Luz	Sumário: Produção do som. Fontes sonoras. Atributos do som.
Conteúdos: Tipos de instrumentos musicais. Produção de som. Atributos do som. Relação dos atributos do som com as características da vibração.	
Competências: <ul style="list-style-type: none"> • Classificar os instrumentos musicais quanto à forma como produzem sons: percussão, sopro e cordas. • Compreender que o som resulta de vibrações. • Conhecer os atributos do som. • Relacionar a altura de um som com a frequência da vibração. • Relacionar a intensidade do som com a amplitude da vibração. • Utilizar corretamente a língua Portuguesa na produção de textos escritos. • Utilizar corretamente a linguagem científica. • Pesquisar informação com recurso ao manual e ao visionamento de vídeos. • Relacionar conceitos utilizando simulações. • Analisar resultados. • Tirar conclusões. • Apresentar e discutir ideias com os colegas de grupo. • Colaborar com os colegas, de forma empenhada, na concretização da tarefa. • Gerir o tempo. • Refletir sobre o trabalho desenvolvido. 	
Momentos da aula: <u>1º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos objetivos da aula (sumário). • Formação de grupos de 2/3 alunos. • Apresentação da tarefa. <u>2º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Realização da tarefa: • Visionamento de vídeos • Leitura de um texto • Utilização de uma simulação • Registo de conclusões • Pesquisa no manual • Reflexão sobre o trabalho desenvolvido <u>3º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Sistematização dos assuntos abordados ao longo da tarefa, com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint. • Resolução e correção de exercícios do manual 	
Recursos: Computadores com acesso à internet, quadro interativo, PowerPoint, fichas das tarefas e manual da disciplina.	
Avaliação: Observação direta do comportamento, participação e empenho na realização da tarefa. Avaliação da ficha da tarefa.	

Duração: 90 minutos	
Unidade temática: Som e Luz	Sumário: Propagação do som.
Conteúdos: Propagação do som. Velocidade de propagação do som.	
Competências: <ul style="list-style-type: none"> • Compreender que o som necessita de um meio material para se propagar. • Relacionar a velocidade de propagação do som em sólidos, líquidos e gases. • Utilizar corretamente a língua Portuguesa na produção de textos escritos. • Compreender línguas estrangeiras para apropriação de informação. • Utilizar corretamente a linguagem científica. • Formular questões. • Colocar hipóteses. • Utilizar simulações para encontrar respostas às questões colocadas. • Analisar resultados. • Tirar conclusões. • Apresentar e discutir ideias com os colegas de grupo. • Colaborar com os colegas, de forma empenhada, na concretização da tarefa. • Gerir o tempo. • Refletir sobre o trabalho desenvolvido. 	
Momentos da aula: <u>1º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação dos objetivos da aula (sumário). • Formação de grupos de 2/3 alunos. • Apresentação da tarefa. <u>2º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Realização da tarefa: • Leitura de um texto. • Visionamento de um vídeo. • Colocação de questões. • Formulação de uma hipótese. • Utilização de simulações. • Registo de conclusões. • Reflexão sobre o trabalho desenvolvido. <u>3º Momento</u> <ul style="list-style-type: none"> • Sistematização dos assuntos abordados ao longo da tarefa, com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint. 	
Recursos: Computadores com acesso à internet, quadro interativo, PowerPoint, fichas das tarefas e manual da disciplina.	
Avaliação: Observação direta do comportamento, participação e empenho na realização da tarefa. Avaliação da ficha da tarefa.	

Caracterização das turmas

As tarefas foram aplicadas em três turmas do 8º ano de escolaridade cuja caracterização sumária se encontra representada no Quadro 1.

Caracterização	Turmas		
	A	B	C
Alunos	23	23	26
Raparigas	11	9	18
Rapazes	12	14	8
Média de idades	13,4	14	13,4
Alunos retidos no ano anterior	1	4	0
Alunos com retenções	8	1	6
Alunos com necessidades educativas especiais	2	1	0

Os alunos realizam as tarefas propostas em sala de aula. São participativos e alguns alunos demonstram curiosidade pelos conteúdos abordados na disciplina. Demonstram, no entanto, alguma dificuldade na comunicação. Esta dificuldade é visível na realização de tarefas de investigação, nomeadamente no que se refere à pesquisa e interpretação de informação, registo de resultados e escrita de conclusões. Assim, apesar de gostarem de realizar trabalho experimental, oferecem alguma resistência às etapas que requerem a produção de texto escrito.

Em casa, são, de um modo geral, alunos pouco empenhados, revelando falta de hábitos e métodos de trabalho, pelo que os resultados escolares, apesar de positivos, ficam aquém do esperado.

Gestão das aulas

No início da aula, a professora fornece a ficha de trabalho aos vários grupos de alunos que depois trabalham, independentemente, na mesma tarefa. Cada grupo tem um computador com acesso à internet e, no ambiente de trabalho de cada computador, existe uma pasta com os documentos fornecidos aos alunos em suporte digital. No

caso da primeira tarefa, foram colocados os vídeos e a simulação na pasta, para prevenir uma eventual situação de falha da internet. Refira-se ainda que cada simulação tinha o respetivo guia de utilização na ficha fornecida aos alunos.

A professora circula pelos vários grupos, de forma a orientar e acompanhar o desenvolvimento da tarefa, assim como para esclarecer qualquer questão quanto à utilização das simulações. Nenhum grupo conclui a tarefa sem a professora dar o *feedback* sobre o trabalho produzido. Como os alunos têm diferentes ritmos de trabalho, à medida que cada grupo conclui a tarefa, a professora propõe a resolução de exercícios do manual.

Após a conclusão da tarefa, a professora sistematiza os assuntos abordados ao longo da tarefa, com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint. Nesta discussão geral, a professora faz um resumo das tarefas de investigação implementadas, coloca questões aos alunos sobre os recursos utilizados e as aprendizagens realizadas. Este momento da aula constitui uma oportunidade para os alunos verem as suas dúvidas esclarecidas e refletirem sobre o trabalho desenvolvido.

Saliente-se que os alunos realizaram algumas tarefas de investigação ao longo do ano letivo. É certo que não utilizaram recursos multimédia em aulas anteriores, mas o trabalho em grupo, a partilha e a troca de ideias e a discussão geral já fazem parte da rotina dos alunos e da professora.

Trabalho dos alunos nas tarefas

Os alunos empenharam-se na realização das tarefas. A utilização de recursos multimédia funcionou como um elemento motivador para os alunos. Isso é evidente na sua reflexão escrita, pois na questão, em que lhes é pedido para indicar o que acharam mais interessante, a maioria dos alunos responde os vídeos ou as simulações.

Os alunos demonstram, contudo, algumas dificuldades na utilização destes recursos, principalmente no que diz respeito às simulações, quando implica o controlo de variáveis ou a interpretação de resultados decorrentes do uso de uma simulação. Outro obstáculo encontrado concerne à interpretação de informação, se escrita em

inglês. Nestas situações, a intervenção da professora foi importante para ultrapassar esses obstáculos.

Quanto aos conteúdos, os alunos revelaram algumas dificuldades no que se refere à linguagem, ou seja, foi difícil apreender conceitos que, na linguagem científica têm um significado diferente do utilizado no dia-a-dia.

De um modo geral, o balanço foi positivo. Os alunos realizaram as tarefas propostas, tendo, para esse efeito, mobilizado competências do conhecimento, raciocínio, comunicação e atitudinais.

Tarefa 1 de Ciências Físico-Químicas

8º Ano Turma __ Ano letivo 2011/12

Nome _____ Nº _____

Nome _____ Nº _____

Nome _____ Nº _____

Avaliação

Professora _____

Parte I

1. Observem atentamente os instrumentos musicais que têm à vossa disposição.



2. Separem os instrumentos em grupos, justificando os agrupamentos efetuados.
3. Atribuem um nome a cada grupo.
4. Comparem a vossa classificação com a apresentada no manual. Tirem conclusões.

5. Para cada agrupamento formado escolham um instrumento musical e expliquem como se produz o som.

Podem consultar o vosso manual e visionar os vídeos que se seguem:

<http://www.youtube.com/watch?v=D7Vw2Ae8WLE>

http://www.youtube.com/watch?v=3_Odlh61YKk&feature=relmfu

http://www.youtube.com/watch?v=6sgl7S_G-XI

Parte II

6. Leiam o texto que se segue.



Vivemos num mundo com uma grande diversidade de sons. Contudo, estes diferentes sons têm uma coisa em comum: são produzidos pela vibração dos materiais.

As pessoas inventaram uma grande variedade de instrumentos musicais que funcionam de maneiras diferentes. A maioria dos instrumentos musicais pode ser tocada de forma a produzir diferentes notas. Quando ouvimos uma nota conseguimos dizer se esta é grave ou aguda. A altura de um som permite-nos então distinguir entre sons graves e agudos e relaciona-se com a frequência da vibração.

Os instrumentos musicais podem ainda produzir uma nota forte ou fraca, estando este facto relacionado com a intensidade do som.

In Connections, 1988 & Physics for You, 1991 (adaptado)

7. Indiquem as propriedades do som referidas no texto.

8. Utilizem a simulação que se segue de modo a estudar os atributos do som e as grandezas de que dependem essas propriedades.

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound

Guia de utilização da simulação:

Utilizar “Ouça de uma única fonte”.

Para ouvir o som produzido, selecionar a opção “Ligar áudio”.

Variar a frequência, deslocando o cursor para a direita/esquerda.

Variar a amplitude, deslocando o cursor para a direita/esquerda.

9. Tirem conclusões.

**Apliquem os vossos
conhecimentos**

10. Observem os instrumentos seguintes.



Como podemos distinguir os sons produzidos por estas fontes sonoras, se tiverem a mesma altura e a mesma intensidade?

11. Atribuem um título a esta atividade.

**Pensem sobre o trabalho que
realizaram...**

12. Indiquem o que aprenderam com a realização desta tarefa.

13. Que dificuldades sentiram durante a realização da tarefa? Justifiquem a vossa resposta.

14. O que acharam mais interessante?

15. Como funcionaram em grupo? (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade prática? ...)

Tarefa 2 de Ciências Físico-Químicas

8º Ano Turma __ Ano letivo 2011/12

Nome _____ Nº _____

Avaliação

Nome _____ Nº _____

Nome _____ Nº _____

Professora _____

Parte I

1. Leiam o texto que se segue.

Ciência e Hollywood

Infelizmente, é verdade: explosões não fazem barulho algum no Espaço. Não me lembro de um só filme que tenha retratado isso direito. (Pode ser que existam alguns, mas se existirem não fizeram muito sucesso.) Sempre vemos explosões gigantescas, estrondos fantásticos. Para um produtor de cinema, a questão não passa pela ciência. Pelo menos não como prioridade. Seu interesse é tornar o filme emocionante, e explosões têm justamente este papel; roubar o som de uma grande espaçonave explodindo torna a cena bem sem graça.

<http://www.portaldoastronomo.org/cronica.php?id=37>

2. Formulem uma questão a partir da leitura do texto.
3. Prevejam uma resposta para a questão colocada.
4. Utilizem a simulação que se segue para encontrar uma resposta à pergunta colocada em 2.

http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/sound

Guia de utilização da simulação:

Utilizar "Ouvir com pressão do ar variável".

Para ouvir o som produzido, selecionar a opção "ligar áudio".

Selecionar a opção "Remover ar à caixa".

5. Tirem conclusões.

Parte II

1. Observem o seguinte vídeo do filme “Stand By me” do Rob Reiner.

<http://www.youtube.com/watch?v=4DdLH75GKkc>



2. Coloquem uma questão.

3. Utilizem a simulação que se segue para encontrar uma resposta à questão colocada

<http://www.knowitall.org/nasa/simulations/sound/howsound.html>

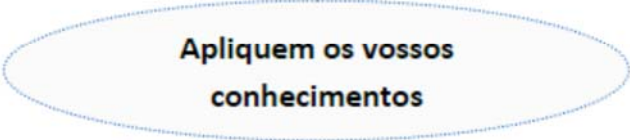
Guia de utilização da simulação:

Ler o texto “How sound travels”.

Clicar “Next”.

No canto superior esquerdo aparecem as opções – “Space”, “Land” e “Water”. Selecionar cada uma dessas opções e clicar “Croak”. Registrar o tempo.

4. Tirem conclusões.



**Aplicuem os vossos
conhecimentos**

5. Quando a Apollo-11 pousou na Lua com Neil Armstrong e Edwin Aldrin a bordo, fê-lo em silêncio, apesar de todo o equipamento estar a funcionar normalmente. Porquê?

Pensem sobre o trabalho que realizaram...

6. Indiquem o que aprenderam com a realização desta tarefa.

7. Que dificuldades sentiram durante a realização da tarefa? Justifiquem a vossa resposta.

8. O que acharam mais interessante?

9. Como funcionaram em grupo? (Ouviram as ideias uns dos outros? Todos os elementos participaram na atividade prática? ...)

Competências	1	2	3	4
Relação com os outros	Demonstra apatia ou liderança autoritária, contribuindo negativamente para o grupo.	Demonstra algum interesse, embora não interfira na dinâmica do grupo.	Demonstra interesse pela dinâmica do grupo, contribuindo para o trabalho.	Interage com os outros ou lidera de forma a valorizar o trabalho de grupo.
Trabalha cooperativamente	Não interage. Não acompanha a evolução do trabalho.	Colabora regularmente, embora se distraia pontualmente das tarefas do grupo.	Colabora, sendo responsável pelas tarefas que lhe são destinadas.	Colabora em todas as tarefas. Contribui decisivamente para o sucesso do trabalho.
Demonstra autonomia	Nunca realiza espontaneamente as tarefas propostas; precisa de apoio frequente.	Normalmente, cumpre o seu trabalho, mas precisa de orientação para a concretização de tarefas mais complexas.	Normalmente, cumpre o seu trabalho; raramente precisa de apoio.	Cumpr sempre as suas tarefas sem precisar que lhe recordem os seus deveres.
Toma decisões	Não tenta resolver os problemas nem ajuda os seus colegas a resolvê-los.	Não sugere nem melhora soluções, mas está disposto a experimentar as soluções propostas pelos seus colegas.	Melhora as soluções apresentadas pelos seus colegas.	Procura ativamente e propõe soluções para os problemas em causa.
Gestão do tempo	Não faz uma boa gestão do tempo, apesar da orientação dada pelo professor.	Tende a adiar a conclusão das tarefas. A qualidade do trabalho é afetada pelo seu comportamento.	Tende a adiar a conclusão das suas tarefas, mas consegue cumprir os prazos.	Gere bem o tempo, assegurando a conclusão das suas tarefas.

Adaptado de: Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: ASA Editores.

Competências	1	2	3	4
Utilizar corretamente língua Portuguesa	Frases mal construídas e com erros frequentes.	Algumas frases mal construídas e com alguns erros.	Frases bem construídas, embora com alguns erros.	Frases bem construídas e sem erros.
Utilizar linguagem científica	Várias incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Algumas incorreções ao nível dos conceitos e das informações.	Sem incorreções ao nível dos conceitos ou das informações.	Sem incorreções e reveladora de um excelente domínio de conceitos e informações.
Registar os resultados	Não consegue registar os resultados, mesmo quando lhe é dada orientação.	É capaz de registar, apenas quando tem orientação explícita para o que tem a fazer.	É capaz de registar os resultados, mas não consegue esquematizar ou representar sob a forma de tabela.	É capaz de registar os resultados, sob a forma de um esquema ou tabela.
Tirar conclusões	Não consegue ir para além dos dados recolhidos.	É capaz de organizar os dados quando tem orientações específicas e apenas dá respostas específicas e estabelece questões estritas.	É capaz de interpretar os dados e apresentar conclusões corretas, mas não compreende os limites e os constrangimentos de generalização.	Sintetiza observações e dados de forma correta e consistente. Estabelece relações e faz generalização dentro dos limites aceitáveis.
Sintetizar informação	Tem dificuldade em organizar a informação que se encontra dispersa.	Organiza a informação em geral, mas tem dificuldade em categorizá-la, não a aproveitando na totalidade.	Organiza a informação em categorias, embora sinta dificuldade em usá-la em texto novo.	Organiza sem dificuldade a informação usando-a para construir texto novo.
Refletir sobre o trabalho desenvolvido	Tem muita dificuldade em refletir sobre aspetos do trabalho, mesmo com orientação do professor.	Consegue analisar alguns aspetos do trabalho, após orientação dada pelo professor.	Consegue refletir sobre o trabalho desenvolvido, mas não é capaz de apresentar sugestões.	Consegue analisar os vários aspetos do trabalho, apresentando sugestões.

Adaptado de: Galvão, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências*. Porto: ASA Editores.

ANEXO D

Caso do Brasil: Power Point da comunicação oral

Grupos A, B, C e D



Introdução

Pressupostos Teóricos e Metodológicos

- Uso das chamadas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) é uma necessidade na Educação Básica, em função da presença cada vez mais ampla dessas tecnologias no cotidiano das pessoas;
 - **Proposta pedagógica:** contribuir com a formação de indivíduos autônomos, com uma visão mais ampla do mundo, capazes de nele intervir, na transformação de sua realidade como cidadãos conscientes, competentes e críticos.
- ➡ Reconhecimento da importância da escola/ aula/ professor na formação dos sujeitos;
- ➡ Uso de estratégias pedagógicas que favoreçam a construção de conhecimento pelos alunos;
- ➡ Perspectiva da educação Inclusiva - investigativa e reflexiva



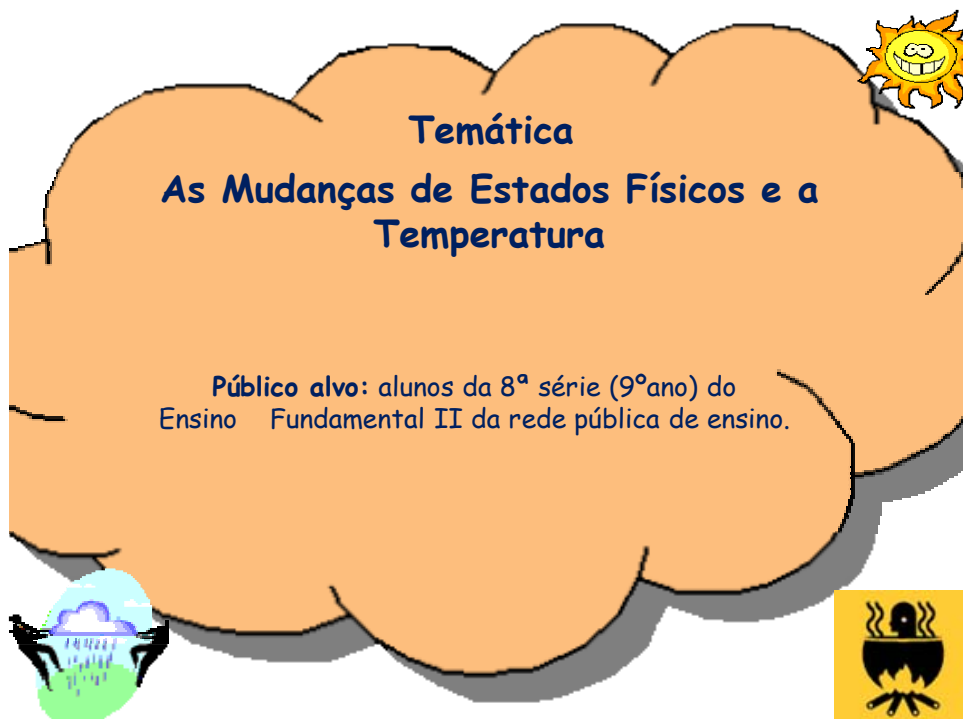
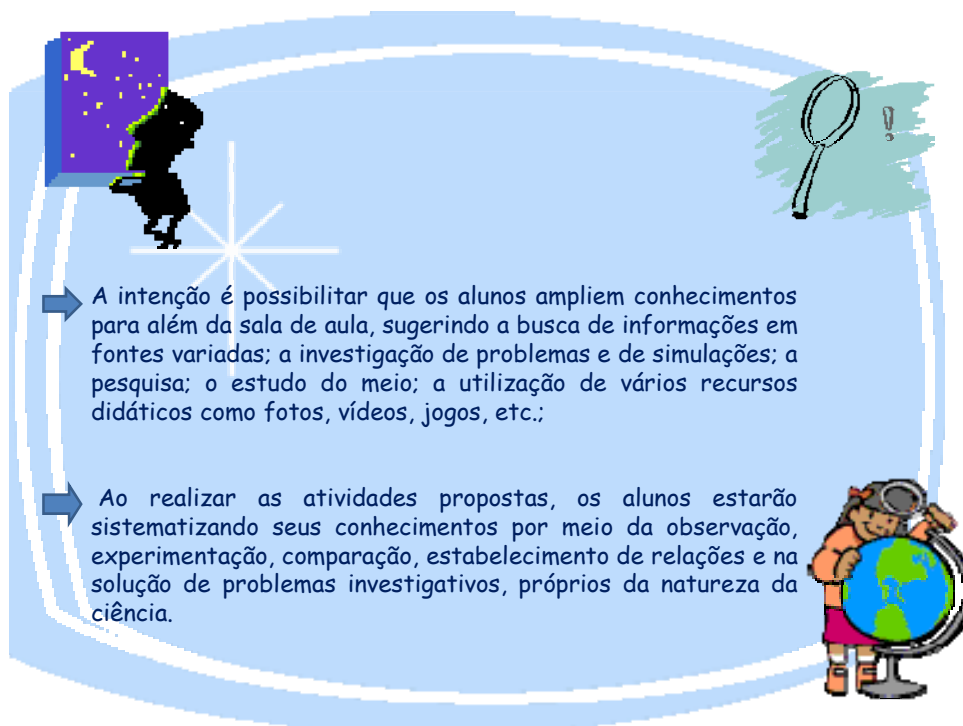
Prática Pedagógica



➡ Ênfase na interação do sujeito com o meio social para desenvolvimento e aperfeiçoamento das habilidades pedagógicas, visando ao atendimento das necessidades educacionais de todos os alunos (VYGOTSKY)

💡 ➡ As atividades foram elaboradas considerando a mobilização dos conhecimentos a partir da vivência dos alunos, visando instigá-los a revelar os conhecimentos prévios, propiciando gerar situações de conflito cognitivo entre os saberes do senso comum e a apropriação das noções e dos conceitos científicos, contribuindo com a reorganização de ideias e construção significativa do conhecimento.

💡 ➡ Nossa preocupação foi pensar numa sequência didática com intuito de incentivar o diálogo não apenas entre os alunos como também entre os alunos e o professor, favorecendo a troca de experiências, o debate e a socialização dos resultados e das conclusões.





Objetivos



Gerais:

- Mostrar que o conhecimento científico colabora para a compreensão do mundo e suas transformações;
- Ampliar as explicações acerca dos fenômenos da natureza;
- Colaborar para a apropriação de conceitos científicos relacionados à Química.



Específicos:

- Identificar e reconhecer as mudanças de estado físico;
- Relacionar o comportamento molecular das substâncias com a temperatura.



SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS A SEREM TRABALHADOS

- ➡ Estados físicos da matéria;
- ➡ Ciclo Hidrológico;
- ➡ Estrutura molecular da matéria.



COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- ✓ Construir através de imagens, modelos, teorias e textos reflexivos; Registrar e interpretar dados;
- ✓ Explorar ambientes de aprendizagem interativos (virtuais); Identificar problemas e escolher caminhos para sua resolução;
- ✓ Reconhecer, compreender e contextualizar os impactos no sistema produtivo e no ambiente;



(CONT.) COMPETÊNCIAS E HABILIDADES



- ✓ Adotar atitudes cooperativas, criativas e reflexivas em grupo gerando uma integração social favorável e significativa;
- ✓ Interpretar fenômenos de forma crítica rompendo com o senso comum e tornar-se autônomo;
- ✓ Desenvolver a capacidade de codificar e decodificar conceitos através de várias concepções de linguagem;
- ✓ Familiarizar-se com teorias, natureza e metodologia da Ciência e relacioná-la com a CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente);
- ✓ Proporcionar a vivência de fatos e fenômenos naturais, conscientizando da possibilidade de intervenção.



Sequência Didática

- ✓ Explorar a questão das mudanças de estados físicos em função da temperatura partindo de uma situação-problema cotidiana, mas que necessita de contextualização conceitual para sua resolução.
- ✓ A atividade será mediada por um roteiro com questões, atividades, uso de imagens por equipamento multimídia, simulações com animações, ferramentas computacionais e modelagem.



Duração da unidade

- Duas aulas de 50 minutos cada para desenvolvimento
- Uma aula de 50 minutos para avaliação.



Materiais necessários

- Fotocópias dos textos, roteiros e instrumentos de avaliação;
- Computador conectado à Internet para pesquisa;
- Projetor multimídia para projeção dos *slides*;
 - Materiais para modelagem: papel cartão, canetas coloridas, cola, palitos, bolas de isopor, fios de silicone, linha elástica;
- Giz e lousa.

1ª aula

Observação da condensação da água em situações do cotidiano.



As imagens têm como objetivo referenciar a situação-problema fazendo reviver a memória sobre o fato.

1ª aula

Levantamento dos conhecimentos prévios e dos problemas conceituais



- 1 - O que são as gotículas que aparecem nos utensílios?
 - 2 - Por que apareceram gotículas no lado externo dos utensílios? Explique.
- Exposição dialogada/contextualização
 - Interferência da temperatura, a sequência formada de uma transformação para outra, outras possibilidades de transformação que não as representadas no ciclo da água, possibilidade de outros materiais poderem também passar pelos três estados físicos da matéria.
- 3 - Como a temperatura pode intervir neste processo? Explique.
 - 4 - É possível evitar o aparecimento destas gotículas quando o utensílio é abandonado à temperatura ambiente depois de ter estado no refrigerador? Explique.

1ª aula

• Levantamento dos conhecimentos prévios e dos problemas conceituais

- 1 - O que são as gotículas que aparecem nos utensílios?
- 2 - Por que apareceram gotículas no lado externo dos utensílios? Explique.



- Exposição dialogada/contextualização
 - Interferência da temperatura, a sequência formada de uma transformação para outra, outras possibilidades de transformação que não as representadas no ciclo da água, possibilidade de outros materiais poderem também passar pelos três estados físicos da matéria.
- 3 - Como a temperatura pode intervir neste processo? Explique.
 - 4 - É possível evitar o aparecimento destas gotículas quando o utensílio é abandonado à temperatura ambiente depois de ter estado no refrigerador? Explique.

1ª aula

- Simulação do Ciclo da Água (equipamento multimídia) → explorar as mudanças de estados físicos, nomeando-as e significando-as
- O ciclo da água servirá como referência para dedução de outras questões relacionadas a outros materiais.

- 5 - Descreva com suas palavras e com base na observação da simulação como o ambiente produz a chuva.
- 6 - Explique com base em suas observações na simulação, como a temperatura interfere nas mudanças de estado da água no ciclo da chuva.
- 7 - Quais são as mudanças de estados que ocorrem neste ciclo? Comente cada uma delas.



Ciclo da Água



http://youtu.be/0_c0ZzZfC8c

1ª aula

- 8 - Indique o caminho sequencial (através de setas) das mudanças de estados físicos e seus referidos nomes no esquema abaixo, quando a substância for **aquecida**.
- 9 - Indique o caminho sequencial (através de setas) das mudanças de estados físicos e seus referidos nomes no esquema abaixo, quando a substância for **resfriada**.



1ª aula



- 10 - Haveria ainda algum tipo de mudança de estado que não esta relacionada em nossas sequências acima? Pense e descreva algum fenômeno de que siga outra sequência no aquecimento ou no resfriamento que ainda não foi comentada.
- 11 - Toda substância pode passar pelos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso) inúmeras vezes, estando ora em determinado estado ora em outro estado físico? Justifique sua resposta.



2ª aula - O nível submicroscópico

Agora que já conseguimos identificar e reconhecer as mudanças de estados físicos, pense na seguinte situação:

O que ocorre com este material em nível submicroscópico (invisível a olho nu) que permite agregá-lo em diversos estados físicos, ora podendo ser sólido, ora podendo ser líquido ou ainda gasoso?

12 - Elabore uma teoria que possa explicar o que acontece.

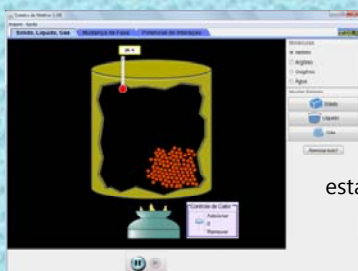
Observe as figuras abaixo, cada uma delas representa um estado físico e responda as questões seguintes.



13 - Quais as diferenças no aspecto, na forma, no volume, na possibilidade de pegá-los, na possibilidade de visualizá-los? Comente cada um dos estados.



2ª aula - O nível submicroscópico - uso de simulação



estados da materia.jar

14 - Observe a simulação e descreva o que ocorre com as moléculas quando são aquecidas.

15 - Descreva como estão agregadas (reunidas) as moléculas em cada estado da matéria (sólido/líquido/gasoso).



3ª aula



Mudanças de Estados Físicos representados por Modelagem.

Agora que já identificamos e reconhecemos as mudanças de estados físicos e o comportamento das moléculas nos materiais ao passarem de um estado para outro, reúna um grupo com até 05 componentes e elabore um modelo que represente palpavelmente a estrutura de uma substância sólida, de uma líquida e de uma gasosa ou até mesmo um único modelo que represente as três.

Escolha dentre os materiais abaixo o que seu grupo irá utilizar e relacione, projete seu esquema (Prepare um rascunho de suas ideias) em uma folha para orientar seu trabalho, diminuir gastos e perda de tempo, mostre ao professor seu projeto e justificativa, para que o material seja providenciado e possa ser apresentado quando estiver pronto.

Materiais - Papel cartão, canetinhas coloridas, cola, bolas de isopor, palitos, fios de silicone, linha elástica.

Cada grupo pode escolher até 03 materiais para compor seu modelo.

Não se esqueça do que estudamos até aqui, seu modelo deve explicar as questões 03, 11, 13 e 15.

3ª aula



Atividade de Averiguação:

1. Monte uma **única figura ou painel** que represente todas as mudanças de estados físicos que observamos e identificamos até o momento, sequencialmente durante o aquecimento e durante o resfriamento.
2. Com base em suas observações você é capaz de explicar por que em meses de Verão as chuvas são muito freqüentes e intensas?
3. Na grande maioria das vezes as chuvas resultam em precipitação de água líquida, no entanto algumas vezes presenciamos chuvas de granizo. Como se pode explicar este fato?
4. Explique: Se substâncias gasosas não podem ser vistas, como é possível ver a fumaça que sai dos escapamentos, das chaminés, da queima de substâncias combustíveis como a madeira, por exemplo?
5. Explique: Por que os líquidos não têm formas fixas e dependem do formato dos objetos onde estão contidos?



3ª aula

6. Leia atentamente os dados oferecidos abaixo e responda.

O éter etílico ($C_4H_{10}O$) é um líquido muito volátil, altamente inflamável e explosivo quando exposto diretamente a luz, também é usado como anestésico, seus pontos de fusão e ebulição são respectivamente, PF - $116^\circ C$ e PE $35^\circ C$.

a) Caso essa substância tivesse que ser transportada para um país onde as temperaturas chegassem até $50^\circ C$, como a província do Baluquistão, no Paquistão, onde a temperatura chegou a $52^\circ C$, que cuidados seriam essenciais para não causar nenhum desastre?

b) Caso estes cuidados não fossem realizado e nenhum desastre aconteça, como chegaria este material no Paquistão? Justifique sua resposta.

7. (UFF/RJ - Modificada) Joseph Cory, do Instituto Technion de Israel montou um equipamento que consiste em uma série de painéis plásticos que coletam o orvalho noturno e o armazenam num depósito situado na base do coletor. Um coletor de 30 m² captura até 48 L de água potável por dia. Dependendo do número de coletores, é possível produzir água suficiente par comunidades que vivem em lugares muito secos ou em áreas poluídas. A inspiração de Joseph foi baseada nas folhas das plantas, as quais possuem uma superfície natural de "coleta" do orvalho noturno.

Afirma-se que a formação do orvalho resulta de:

Indique a(s) correta(s) entre os itens abaixo.

I - Uma mudança de estado físico chamada de condensação.

II - Uma mudança de estado chamada de sublimação.

III - Esta transformação é resultado do resfriamento do ambiente.

IV - É uma transformação chamada de vaporização.

V - Esta transformação é resultado do aquecimento do ambiente.



3ª aula

8. (UFLA/MG-modificada) Um sistema de resfriamento muito utilizado atualmente, principalmente em lugares públicos, é o ventilador com borrifador de água. As gotículas de água formadas sofrem evaporação, removendo calor do ambiente. Com relação ao processo de vaporização da água, indique a alternativa **incorreta**:

a) A vaporização é a passagem do estado líquido para o de vapor.

b) A água somente evapora quando a temperatura de $100^\circ C$ é atingida.

c) Durante a ebulição ocorre a vaporização do líquido.

d) A calefação é um modo de vaporização.

e) A vaporização da água é um processo que absorva calor.

9. (UFMG - modificada) Os vidros fechados de um automóvel em que viajam pessoas num dia frio, ficam no interior do veículo embaçados e cobertos de gotinhas. Explique:

a) Quem são estas gotículas?

b) Por que apareceram estas gotículas?

c) Como a temperatura esta associada a este fenômeno?

d) É possível evitar que o vidros fiquem embaçado e cheios de gotinha nas condições descritas acima? Justifique sua resposta.

10. (F. M. Pouso Alegre/MG) Observe os fatos abaixo e os relacione aos fenômenos de fusão/ebulição/condensação/sublimação/congelamento).

I - Gelo-seco no palco de um teatro.

II - A formação da neve.

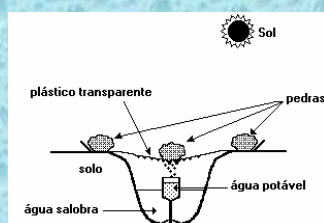
III - A secagem de roupas no varal.

IV - O derretimento do ferro-gusa para fabricação de aço.



3ª aula

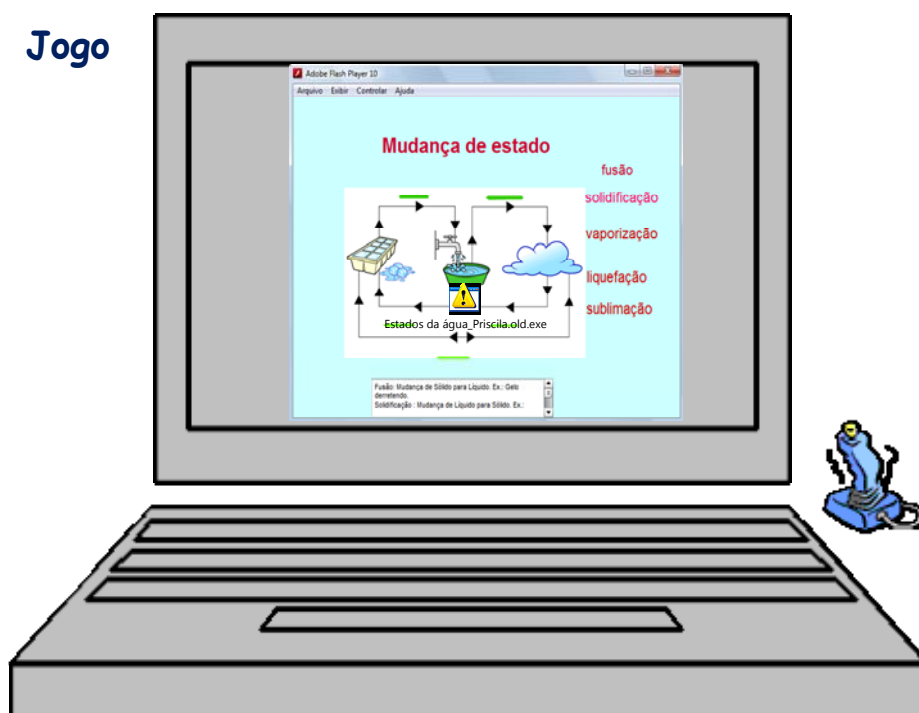
11. (Unicamp) A figura adiante mostra o esquema de um processo usado para a obtenção de água potável a partir de água salobra (que contém alta concentração de sais). Este "aparelho" improvisado é usado em regiões desérticas da Austrália.



- a) Que mudanças de estado ocorrem com a água, dentro do "aparelho"?
b) Onde, dentro do "aparelho", ocorrem estas mudanças?



Jogo





Aula 03 (se possível)

A modelagem neste caso representaria a oportunidade de trabalhar modelos mentais, criando e explorando ferramentas reais, na composição de modelos interativos e interpretativos.

Assim elaboramos uma atividade onde os alunos em grupos de até 05 componentes podem escolher com que materiais desejam trabalhar (dentro de um grupo de materiais pré-estabelecidos em função da possibilidade de uso) para representar seus modelos, junto o grupo deve também elaborar um projeto que justifique a escolha dos materiais e represente uma prévia do que irá apresentar e seu significado.

Referências Bibliográficas



- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS - ABC. *Ensino de ciências e educação básica*: proposta para um sistema em crise. Rio de Janeiro, 2007.
- BELLONI, M. L. *O que é mídia-educação*. Campinas, SP: Autores Associados, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília, 1996.
- DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNANBUCO, M. M. *Ensino de Ciências*: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
- FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R.S. *Modelagem e o "Fazer Ciência"*. Química Nova Escola, n. 28, 32-36, 2008.
- LAMBACH, M. *Contextualização do ensino de química pela problematização e Alfabetização Científica e Tecnológica*: uma experiência na formação continuada de professores. 2010. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1745-8.pdf.
- MORAIS, C.; PAIVA, J. Simulação digital e atividades experimentais em Físico-Química. Estudo piloto sobre o impacto do recurso "ponto de fusão e ponto de ebulição" no 7º ano de escolaridade. *Revista de Ciência da Educação*. n. 03. 2007.

Sequência Didática

Uso de recursos multimídia para
estudar conteúdos de Química do
Ensino Médio
FE-USP / 2011

GRUPO B

Tema: CINÉTICA QUÍMICA

Público Alvo: Alunos do 3º Ensino Médio da rede estadual e 2º Ensino Médio da rede particular.

Sequência didática: 2 aulas de 50 minutos.

- Objetivos: Ao final da aula, o aluno deverá ser capaz de compreender o mecanismo e a velocidade das reações e assim perceber que alterando as propriedades físicas, como temperatura, pressão e superfície de contato podem controlar a velocidade das reações, obtendo dessa forma, benefícios.

Conteúdos:

- Velocidade média
- Teoria das Colisões
- Teoria do Complexo ativado
- Fatores que alteram a velocidade de uma reação

1º Aula (50 Minutos)

- Simulação de experimentos com diferentes velocidades de reação.
- Velocidade de uma reação
 - Conceito de velocidade numa reação química.
 - Gráfico: Variação Concentração x tempo.
- Mecanismo de uma reação.
- Colisão entre moléculas
 - Teoria das colisões.
 - Complexo ativado.

2º Aula (50 Minutos)

- Fatores que alteram a velocidade de uma reação
 - Superfície de contato (Simulação)
 - Concentração dos reagentes.(Simulação)
 - Temperatura. (Simulação)
 - Pressão. (Simulação)
 - Catalisadores. (Simulação)

Avaliação:

- Mesa redonda.
- Questões para discussão em grupo.
- Participação em aula.
- Pesquisa de imagens que ilustrem os conceitos estudados (Montagem de um mural).

Bibliografia:

- www.educacional.com.br
- USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química, volume único. São Paulo, Saraiva, 2006 (Cd-Rom)
- Material Didático Positivo
- Sistema de Ensino Ético

GRUPO D

Sequência Didática: Cinética Química

FE-USP-Curso de multimídia no ensino de química



A nossa situação de aprendizagem está estruturada em 3 aulas com a metodologia de um tema gerador “ Podemos alterar o tempo de uma transformação química?” Esse, está organizado em três momentos pedagógicos (Deizoicov 1991): Problematização inicial; Organização dos conhecimentos e Aplicação do conhecimento.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

Nossos estudantes são indagados em relação a comparações de tempo de uma interação química, baseado em situações reais.

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Nesse momento, os estudantes são levados a estudar os conhecimentos sobre os fatores que influenciam uma transformação química, utilizando atividades experimentais investigativas, apresentadas através de vídeos com a interação e orientação da professora.

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Pretende-se que, os nossos estudantes possam não só resolver exercícios de aplicação de formulas, mas possam articular os conceitos sobre cinética química refletindo, argumentando e realizando uma interação entre a situação de aprendizagem desenvolvida e as situações reais em nossa sequência os estudantes desenvolverão argumentos em relação a prazo de validade de produtos alimentícios e armazenamento desses produtos.

Também usamos como referencial teórico Vigotsky e o seu estudo sobre o papel da linguagem na construção do conhecimento que aborda o uso da linguagem não somente como transmissor de ideias, mas como ferramenta de elaboração do conceito.

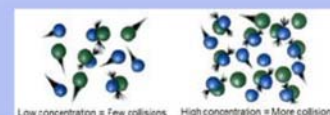
(adaptado do artigo: Concepções sobre o papel da Linguagem no processo de Elaboração conceitual em Química- Andreia Horta Machado , Andre Luiz Alvez Moura-Química Nova na Escola nº 2 novembro 1995

Publico: 3 série do Ensino Médio diurno e noturno com classes de 40 a 45 alunos.



Objetivos:

- Apresentar para os estudantes situações onde possam conhecer e compreender os fatores que podem modificar o tempo de uma transformação química (concentração, temperatura e superfície de contato);
- Desenvolver competências e habilidades no que se diz respeito à pesquisa, socialização, interação nos experimentos;
- Leitura e escrita de texto do gênero científico.



Competências e habilidades:

- Organizar, relacionar e interpretar dados para chegar as conclusões sobre os fatores que podem alterar o tempo de uma transformação química;
- Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos sobre os fatores que alteram a rapidez do processo de deterioração dos alimentos para proposta de soluções.

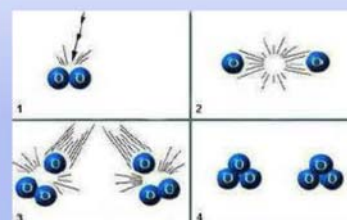


Conteúdos de química:

- Transformação química;
- Fatores que influenciam transformação(concentração, temperatura e superfície de contato);
- Energia de ativação
- Complexo ativado

Estratégias de ensino:

- Vídeo aula (experimental);
- Pesquisa de campo.
- Simuladores



Avaliação:

- Questões referentes às situações diárias e a atividade experimental apresentada no vídeo;
- Soluções que exijam a aplicação dos conceitos aprendidos para a análise da pesquisa de campo.
- Sistematização de idéias individuais sobre o tema da aula.
- Avaliar a habilidade em obter informações sobre o tema predeterminado e a capacidade de sistematização e a organização em forma de apresentação oral com o uso de multimídia (PowerPoint).

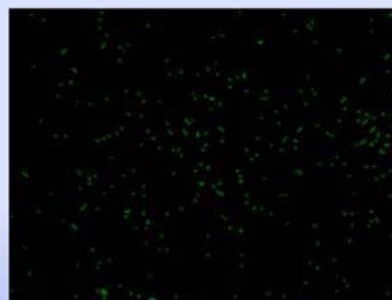


Quadro resumo das aulas

AULA	TEMA	MOMENTOS
1	Podemos alterar o tempo de uma transformação química?	1º momento: O professor deve indagar sobre o tema com os estudantes sobre a forma de questões diretas ou texto. 15 minutos 2º momento: passar o video dos fatores que influenciam no tempo de uma transformação química. 20 minutos. 3º momento: discussão sobre as questões debatidas no início da aula. 10 minutos
2	Cinética química	1º momento: retomada da aula anterior com discussões para iniciar a parte teórica. 10 minutos 2º momento: O professor poderá leva textos científicos para explanação do tema ou apresentação em PowerPoint com o auxilio de simuladores. 20 minutos. 3º momento: Orientações sobre a pesquisa de campo degradação dos alimentos. 15 minutos
3	Fatores que afetam a rapidez da degradação dos alimentos.	1º momento: Apresentação dos resultados da pesquisa de campo pelos estudantes 20 minutos. 2º momento: soluções apresentadas pelos estudantes sobre os fatores que afetam a rapidez da degradação dos alimentos. 25 minutos.



Vídeo retirado do site ponto ciência (Bomba efervescente)



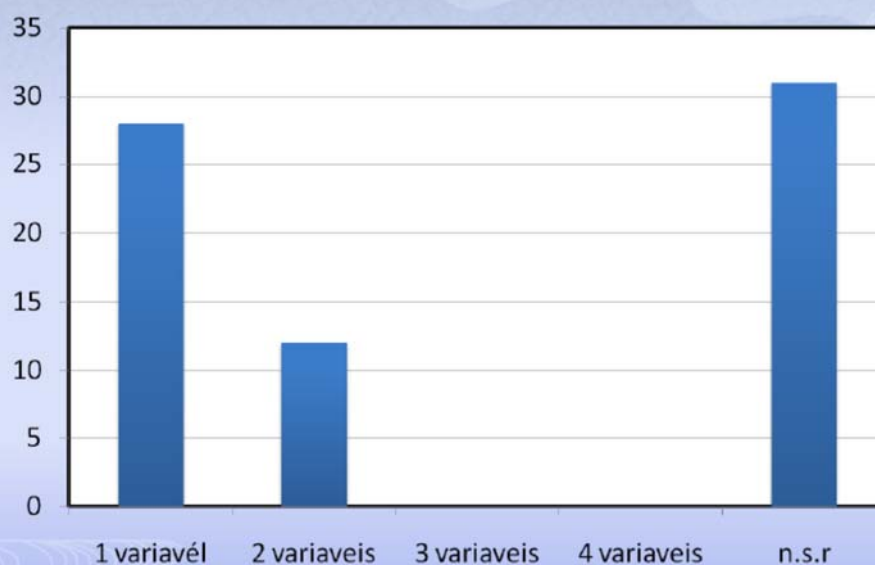
Vídeo com a simulação da energia de ativação

Resultados da Aplicação .

A presente sequência foi aplicada na terceira série do ensino médio público no período noturno, com 45 minutos de aula. A coleta de dados foi realizada em cinco salas num total de 125 alunos, que apresentaram os seguintes resultados :

1. Em quatro salas usamos a sequência igual apresentada no trabalho, com o total de 100 alunos e conforme nos mostra os gráficos 1 e 2.
2. Em uma sala com 25 alunos o vídeo foi apresentado direto sem mediação do professor e o resultado desse estudo está demonstrado nos gráficos 3 e 4.
3. Também analisamos em duas salas o uso de situação problema na forma de texto e o uso de perguntas conceituais os resultados estão apresentados nos gráficos 5 e 6 .

Gráfico 1 : Questionamento prévio dos alunos sobre os fatores que alteram o tempo de uma transformação química.



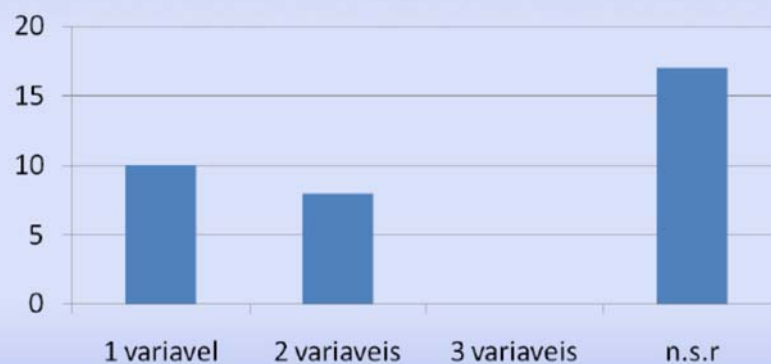
n.s.r-não sei responder. 1v-temperatura; 2v-temperatura e superfície;3v temperatura,superfície e concentração; 4 v- temperatura,superfície,concentração e pressão

Gráfico 2: Teste sobre os fatores que alteram uma transformação química pós aplicação da sequência didática



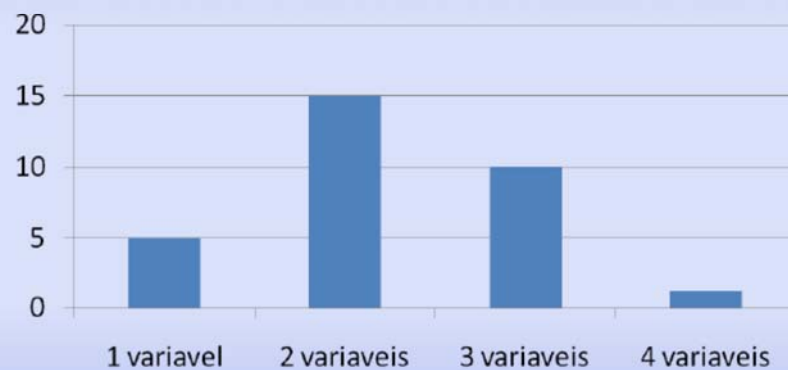
1v-temperatura; 2v-temperatura e superfície; 3v temperatura, superfície e concentração; 4 v- temperatura, superfície, concentração e pressão

Gráfico 3: questionamento prévio dos fatores que influenciam no tempo de uma transformação química



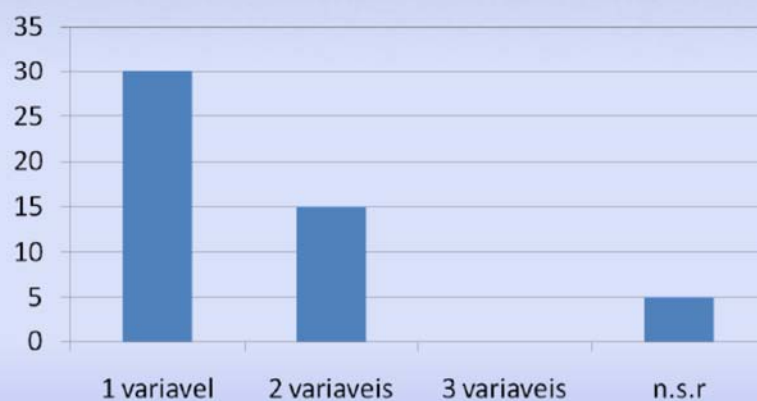
n.s.r- não sei responder . 1v-temperatura; 2v-temperatura e superfície; 3v temperatura, superfície e concentração; 4 v- temperatura, superfície, concentração e pressão

Gráfico 4: Teste sobre os fatores que influenciam o tempo de uma transformação química



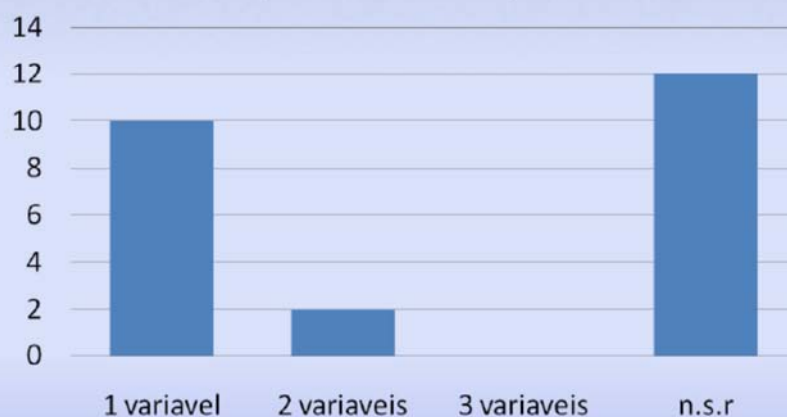
1v-temperatura; 2v-temperatura e superfície; 3v temperatura, superfície e concentração; 4 v- temperatura, superfície, concentração e pressão

Gráfico 5: O uso de situação problema na forma de texto no questionamento prévio



n.r.s-não sei responder . 1v-temperatura; 2v-temperatura e superfície; 3v temperatura, superfície e concentração; 4 v- temperatura, superfície, concentração e pressão.

Gráfico 6: O uso de questões conceituais no questionamento prévio

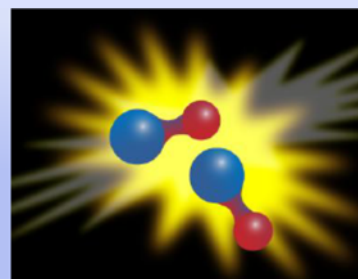


n.r.s- não sei responder . 1v-temperatura; 2v-temperatura e superfície;3v temperatura,superfície e concentração; 4 v- temperatura,superfície,concentração e pressão.

Comentários sobre os resultados da aplicação.

Com a análise dos gráficos podemos concluir que o uso do vídeo com a mediação do professor, resulta num processo de ensino aprendizagem mais eficiente do que a apresentação do vídeo sem a mediação do professor e em relação ao uso da situação problema na forma de texto facilita para os alunos na construção das respostas no questionamento prévio.

Com a aplicação dessa sequência didática e os dados coletados podemos perceber que a mediação do professor no uso da mídia é importante no processo de ensino aprendizagem, mas a sua eficácia depende da preparação de professores, para que a ferramenta seja usada com todo o seu potencial



Considerações finais:

O uso do vídeo numa aula experimental em sala facilita a compreensão dos fenômenos que alteram o tempo de uma transformação química, pois concordamos que devido algumas dificuldade tais como: tempo de preparo prévio do experimento, turmas grandes e o tempo de aula de 45 minutos para o ensino noturno, essa alternativa de trabalho com os alunos possibilita maior interação entre professores e os estudantes.

A presente proposta apresenta a riqueza que podemos ter com o uso do vídeo como uma das ferramentas para facilitar o trabalho do professor em sala e não como substituto de aulas experimentais, fica a critério do professor usar o vídeo antes ou após aula experimental.

Referências:


- SANTOS,W.L.P. e outros. Química e Sociedade. São Paulo: Nova Geração, 2005.
- Caderno do Professor. Química. Ensino Médio. 3ª série, 1º bimestre. 2009.
- Proposta Curricular do Estado de São Paulo.
1.MATRIZES DE REFERÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO SARESP- QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA- Secretaria do Estado de São Paulo-2009.
2.DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos, *São Paulo, Cortez, 2002.*
- MOURA,A.L.A. e MACHADO,A.H. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química, Química Nova na escola nº2 novembro de 1995.



"Uso de recursos multimídia
para o ensino de conteúdos
de Química do ensino Médio"

Sequências Didáticas

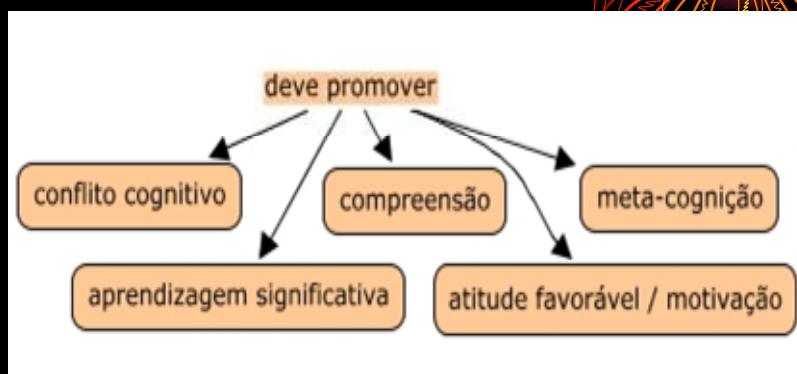
GRUPO D



Tomando como foco de estudo as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos, são sugeridos nove temas estruturadores, apresentados abaixo:

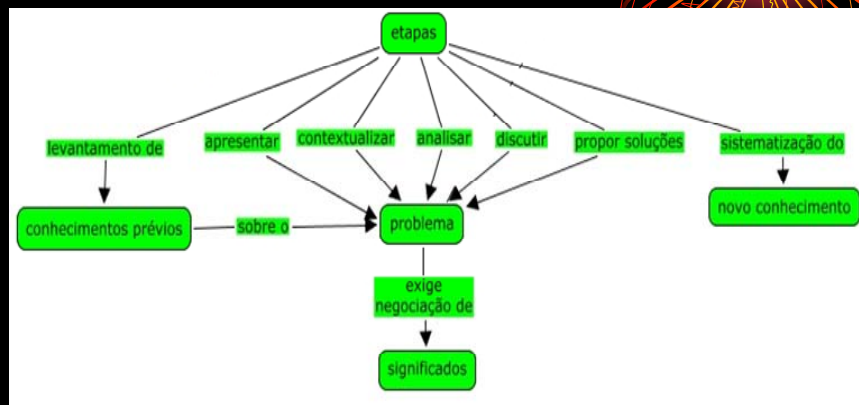
1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas
2. Primeiros modelos de constituição da matéria
3. Energia e transformação química
4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas
5. Química e atmosfera
6. Química e hidrosfera
7. Química e litosfera
8. Química e biosfera
9. Modelos quânticos e propriedades químicas

Sequência Didática



Zabala, Antoni; A prática educativa - Como Ensinar/ ed. Artmed pag.53/86(As sequências Didáticas e as sequências de conteúdos)

As varias etapas da sequência Didática



Zabala, Antoni; A prática educativa - Como Ensinar/ ed. Artmed pag.53/86(As
sequências Didáticas e as sequências de conteúdos)

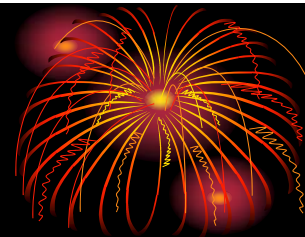


Objetivos:

Apresentar aos educandos as transformações físicas, temperaturas de ebulição e fusão de materiais do cotidiano de maneira microscopia utilizando recursos multimídia (imagens, animações, vídeos etc.).

Segundo o sítio Centro de referência virtual do professor do estado Minas Gerais a tecnologia multimídia pode auxiliar a tornar a aprendizagem mais excitante e relevante para os educandos, através da combinação de alguns dos seus recursos, os estimulando de várias formas, tais como:

- de uma forma multisensorial, ou seja, não estimulando somente seus olhos mas também seus ouvidos. Estimulamos estes sentidos de variadas formas, por exemplo, mostrando uma figura. Depois, esta mesma figura se movendo, na sequência sons, narração, etc.





- possibilitando que a aprendizagem seja multiincidental. Podemos retornar àquele módulo quantas vezes quisermos para uma solidificação de conceitos ou reciclagem.

Teremos sempre uma "segunda chance".



- propiciando um estímulo seja multifonte, com a possibilidade de acessarmos, por exemplo sites de referência na Internet, recursos de imagens/áudio/vídeo/animações disponíveis em CD-ROM e em DVD, etc.

(fonte:

http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.asp?id_projeto=27&ID_OBJETO=44343&tipo=ob&cp=000000&cb=&n1=&n2=Biblioteca%20Virtual&n3=Cadernos%20de%20Inform%20tica&n4=&b=s "
acesso em 20/05/2011)



Conteúdos:

- Transformações Físicas e Químicas.
- Temperatura de Fusão e Ebulição.

Séries envolvidas: 9º ano E.F.II ou 1º Ano E.M.

Quantidade de aulas: 4 aulas



As aulas serão divididas em duas etapas:

Primeira Etapa

- 1º aula = Apresentação de conteúdos
- 2º aula = Problematização e/ou Experimento

Segunda Etapa

- 3º aula = Recurso interativo
- 4º aula = Discussão de resultados (Avaliação)

Experimentos sugeridos roteiros acessíveis em:

<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/6/6-252-463.htm>

http://www.notapositiva.com/trab_estudantes/trab_estudantes/fisico_quimica/fisico_quimica_trabalhos/pontosfusaoebulicao.htm

acessados em 20/05/2011

Caderno do aluno química do 1º Ano E.M. Vol. 1 SEE-SP 2011



Referencias:

- PERRENOUD, Philippe. 10 novas competências para ensinar. Tradução: Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre. Artes Médicas Sul, 2000.
- GIORDAN, M.: *O Ensino de Ciências nos Tempos da Internet*. QNesc
- CHASSOT, A. e de OLIVEIRA, J.R. (orgs), *Em Ciências, Ética e Cultura na Educação*. São Leopoldo, Ed. Unisinos, 1998
- PCN+

ANEXO E

Caso de Portugal: Power Point da comunicação oral

Grupos A, B, C, D e E

GRUPO A

Visualização tridimensional dos fluxos de informação no cérebro



Visualização versus professor na aula de Física e Química: Que papéis desempenham no processo ensino aprendizagem?

22-05-2012

Organização Sequência Ensino

Aula 1 (17 abril 2012)	135'	<ul style="list-style-type: none">Atividades laboratoriais exploratórias, usando o levantamento de questões e os diapositivos ppt.Atividade: <i>Simulação da Formação e da Solubilização de Estalactites e Estalagmites</i>
Aula 2 (20 abril 2012)	90'	<ul style="list-style-type: none">Atividade de leitura, interpretação de texto e tabela e produção de pequenos textos a partir da atividade: <i>Constante de Equilíbrio Químico, Kc: Lei de Guldberg e Wagge</i>Sistematização das conclusões retiradas a partir da atividade de sala de aula, usando os ppt, seguida de resolução de exercícios.
Aula 3 (23 abril 2012)	90'	<ul style="list-style-type: none">Exposição de Conteúdos acerca do conceito de Quociente de Reação e sua relação com a Constante de Equilíbrio, resolução de exercíciosRealização da atividade "<i>Princípio de Le Châtelier. Fatores que influenciam a progressão de uma reação química</i>", usando diversos recursos: documentos fornecidos pela Professora e o vídeo "<i>Le Chatelier CoCl2 Equilibrium Demonstration</i>"
Aula 4 (24 abril 2012)	90' + 90'	<ul style="list-style-type: none">Realização da atividade "<i>O Desafio do Controlo Industrial</i>"
Aula 5 (27 abril 2012)	90'	<ul style="list-style-type: none">Atividade prática laboratorial: <i>Que fatores influenciam a progressão de uma reação química?</i>
Aula 6 (30 abril 2012)	90'	<ul style="list-style-type: none">Avaliação Sumativa da unidade 1, do tipo resolução de problemas: Eu sou um Engenheiro(a) Químico(a)...

22-05-2012

Conceitos Abordados

Aulas	Conceitos Abordados
1	Reações completas e incompletas Reversibilidade de reações.
2	Reações reversíveis de não equilíbrio; Constante de Equilíbrio Químico, K; lei de Guldberg e Waage; Diferença entre estados de equilíbrio e Constante de Equilíbrio Químico; Fatores de que depende a Constante de Equilíbrio Químico;
3	Quociente da reação, Q; Relação entre K e Q, na previsão da progressão de uma reação a partir do quociente de uma reação; Relação entre a constante de equilíbrio e a extensão da reação; Lei de Le Châtelier: Fatores que afetam o estado de equilíbrio
4	Conteúdos apreendidos no subtema 1.4 – Produção Industrial do Amoníaco
5	Lei de Le Châtelier; Efeitos da alteração da concentração dos componentes da mistura, da pressão e temperatura do sistema na progressão de uma reação química.
6	Conceitos relacionados com a Unidade 1-Produção e Controlo – A Síntese Industrial do Amoníaco

22-05-2012

Grelha de Planificação da Aula 4DATA

Terça-Feira - 24 de Abril (2 Blocos de 180 minutos)

UNIDADE 1. QUÍMICA E INDÚSTRIA: Equilíbrios e Desequilíbrios

Planificação da Aula

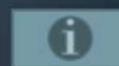
COMPETÊNCIAS ENVOLVIDAS

SUMÁRIO: Realização da atividade "O Desafio do Controlo Industrial".
Estudo dos fatores que afetam o estado de equilíbrio

Domínios				Conteúdos	Descrição Metodológica	Recursos
Processual	Conceptual	Atitudinal				
Recolher, registar e organizar dados de observações (quantitativos e qualitativos) de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica	Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos		Fatores que afetam o equilíbrio químico:	1º momento – Esclarecimento dos objetivos e de possíveis dúvidas dos alunos, sobre a atividade a realizar. Distribuição dos alunos por grupos e início da atividade.	Computadores com Internet (um por grupo)
Utilizar tecnologias TIC para compreensão de fenómenos que envolvem o Equilíbrio Químico	Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência	Refletir sobre o trabalho realizado e as dificuldades sentidas durante a realização da mesma		• Concentração dos componentes da mistura;		Simulador Nautilus
	Formular uma hipótese sobre o efeito da variação de um dado parâmetro	Apresentar e discutir na turma propostas de trabalho e resultados obtidos		• Pressão do sistema;		Guia de exploração: "Desafio do Controlo Industrial".
	Elaborar um relatório (ou síntese, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada	Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC		• Temperatura do sistema;	2º momento – realização da atividade por parte de cada um dos grupos. Os professores circularam pelos diferentes grupos de forma a perceberem as dificuldades sentidas pelos alunos.	
		Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final		• Adição de um gás inerte.	3º momento – Discussão e síntese dos resultados obtidos.	
		Assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes				
		Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.				
		Revelar curiosidade pelo que observa				

Avaliação dos Alunos

- Grelha avaliação do trabalho de grupo
- Autoavaliação e Reflexão da Atividade”



22-05-2012

Objetivo do Estudo

Perceber o impacto do uso da visualização designada por “Simulação de Equilíbrio Químico” como uma estratégia de ensino na compreensão do Equilíbrio Químico

22-05-2012

Questões Orientadoras

1. Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, [REDACTED] quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico”?
2. Qual a avaliação que os alunos do 11º ano de escolaridade, [REDACTED] fazem sobre o uso da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – na compreensão do conteúdo programático intitulado “Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema”?
3. Em que competências os alunos do 11º ano de escolaridade, turma [REDACTED] apresentam mais dificuldades quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico” – no estudo do tema Equilíbrio Químico?

22-05-2012

Metodologia

- Objeto de estudo de natureza preferencialmente descritiva e interpretativa de reações de alunos de uma turma de 11.º ano, no seu ambiente natural
- Instrumentos de recolha de dados subjacentes a uma metodologia qualitativa
- Um estudo descritivo, uma vez que os dados recolhidos contemplam palavras ou imagens e a análise dos dados é feita de forma indutiva, levando-se em conta as perspetivas dos participantes

22-05-2012

Instrumentos de Recolha de Dados

- Observação naturalista (notas de campo)
- Documentos escritos pelos alunos (ficha da atividade – O Desafio do Controlo Industrial, autoavaliação /reflexão on-line)



22-05-2012

Análise e Tratamento dos Dados

Dificuldades Reveladas pelos Alunos na Utilização da Visualização

Instrumento recolha dados	Itens de evidência	Evidências	
		Nº alunos	Percentagem
Autoavaliação	1- "Naveguei" na simulação com facilidade	10	0,91
	2- Segui o roteiro com facilidade	8	0,73
	4- Localizei com facilidade a informação que necessitava	9	0,82
Reflexão	11- Indique o que alteraria nesta atividade para ser aplicada no futuro	11	1,00
Notas de Campo	<p>"... nada"</p> <p>"... esta tarefa estava muito bem planeada e organizada, como tal não alteraria nada..."</p>		
	<p>Não exploraram todas as funcionalidades da simulação:</p> <ul style="list-style-type: none"> . rentabilidade do processo e . informações sobre a simulação <p>Seguir as acções do roteiro, especialmente no que se refere à adição de um gás inerte ao sistema em equilíbrio</p>		

22-05-2012

Análise e Tratamento dos Dados

Que dificuldades revelam os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade quando da utilização da visualização -“Simulação de Equilíbrio Químico”?

A maioria dos alunos em causa não tomou consciência de todas as funcionalidades da simulação, nem da necessidade de seguir as ações do roteiro.

22-05-2012

Análise e Tratamento dos Dados

***Avaliação dos Alunos sobre a
Compreensão do Conteúdo
Programático da Visualização***

22-05-2012

Instrumento recolha dados	Ítems de evidência	Evidências		
		Nº alunos	Porcentagem	Transcrições relevantes
Autoavaliação	5 - Consegui concluir com facilidade de forma a responder às questões	4	0,36	
	6 - Consegui redigir as minhas respostas com facilidade	6	0,55	
Reflexão		6	0,55	"Com a realização desta actividade pude desenvolver os meus conhecimentos relativos ao equilíbrio químico, nomeadamente, a forma como este pode ser influenciado a partir da variação de certos factores como a temperatura, a pressão e a quantidade de reagentes e produtos"
	9 - Indique que conhecimento (s) adquiriu com a realização desta actividade	2	0,18	"A realização desta actividade ajudou-me a consolidar o conceito de equilíbrio químico"
		3	0,27	outras respostas irrelevantes
		5	0,45	"Foi uma forma de consolidar os conhecimentos, aprendi também alguns conceitos novos. Foi em suma bom para arrumar as ideias."
	12 - Explique de que forma a estratégia utilizada nesta aula contribuiu para a construção do seu conhecimento sobre equilíbrio químico	3	0,27	"O simulador também ajudou a evidenciarmos/confrontar-mo-nos (com) as nossas dúvidas, o que tornou mais fácil esclarecê-las. Para além disso, as reflexões ajudaram a aplicar o raciocínio a outras coisas que não o do simulador, consolidando assim o conhecimento sobre o assunto"
Ficha da actividade - "O desafio do controlo industrial"				"... através da utilização do simulador, pude fazer as minhas previsões e verificar se estas estavam certas ou erradas. Desta forma, testei os meus conhecimentos relacionados com a matéria em questão e consegui compreender melhor alguns conceitos"
	Categoria	Nº Respostas	Porcentagem	Observações
	Não responde ou responde incorretamente	5	0,04	Os conceitos nos quais os alunos revelaram maior dificuldade por ordem decrescente do número de respostas relacionam-se com: - Efeito da alteração da temperatura num sistema em equilíbrio; - Efeito da adição de um gás inerte ao sistema em equilíbrio - Caracterizar o estado de equilíbrio; - Efeito da alteração da pressão num sistema em equilíbrio
	Responde corretamente mas de forma incompleta e/ou com incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	63	0,46	
	Responde corretamente sem incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	69	0,50	
Notas de Campo				"Não conseguiram fazer a transposição dos conhecimentos-Kc- para a situação que estavam a trabalhar - Kp" "Alunos evidenciam muitas dificuldades no Controlo de variáveis"

Análise e Tratamento dos Dados

Qual a avaliação que os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade fazem sobre o uso da visualização -"Simulação de Equilíbrio Químico" – na compreensão do conteúdo programático intitulado "Alteração do Estado de Equilíbrio de um Sistema"?

A maioria dos alunos revelou que a visualização - Simulação em Equilíbrio - serviu para consolidar e confrontar os conhecimentos adquiridos sobre o conteúdo programático em estudo.

Análise e Tratamento dos Dados

Competências de Aprendizagem em que os Alunos Revelaram Mais Dificuldades

22-05-2012

Instrumento recolha dados	Itens de evidência	Nº alunos	Percentagem	Competências em análise	Observações
Autoavaliação	7-Funcionei bem em grupo, respeitando a opinião e sugestões dos meus colegas	8	0,73	Atitudinal	
	8-Geri bem o meu tempo de trabalho	9	0,82		
Ficha da atividade - "O desafio do controlo industrial"	Categoria	Nº Respostas	Percentagem		
	Não responde ou responde incorretamente	5	0,04	Conceptual	
	Responde corretamente mas de forma incompleta e ou com incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	63	0,46		
	Responde corretamente sem incorreções ao nível dos conceitos e linguagem científica	69	0,50		
	Recolha, registo e organização de dados;	66	1,00	Processual	
	Utilização das TIC para o estudo do E.Q.				
Grelha Avaliação Trabalho de Grupo				Atitudinal	De acordo com os critérios em avaliação e os descritores definidos para cada critério os alunos mostraram um bom desempenho no domínio desta categoria não apresentando dificuldades significativas.

Análise e Tratamento dos Dados

Em que competências os alunos do 11º ano de escolaridade, turma A, da Escola Anselmo de Andrade apresentam mais dificuldades quando da utilização da visualização -Simulação de Equilíbrio Químico – no estudo do tema Equilíbrio Químico?

O domínio conceptual das competências de aprendizagem surge como o de maior dificuldade, seguido do domínio atitudinal e, por fim, o domínio processual.

22-05-2012

Conclusões e Reflexão Final

- A maioria dos alunos do nosso estudo não aprofundou todas as funcionalidades da visualização – Simulação em Equilíbrio Químico.
- Na maioria dos alunos do nosso estudo aquando da utilização da visualização – Simulação em Equilíbrio – prevaleceu o efeito lúdico face ao académico.

22-05-2012

Conclusões e Reflexão Final

- A visualização – Simulação em Equilíbrio Químico – teve um papel importante na concretização de conceitos abstratos e na autorregulação dos conhecimentos dos alunos em estudo sobre a Lei de Châtelier.

22-05-2012

Conclusões e Reflexão Final

Limitações do trabalho

- O número de alunos que integram o trabalho.
- A falta de dados sobre o domínio que os alunos possuem nas TIC
- A forma esférica e colorida dos átomos.
- Visualização – muito texto.
- A não confrontação dos conhecimentos adquiridos numa reação em que não ocorresse a mesma estequiometria de reagentes e produtos da reação.
- Transposição dos conhecimentos em termos de K_c para K_p .

22-05-2012

Conclusões e Reflexão Final

Sugestões para futuros trabalhos

- Em que difere a compreensão do conteúdo programático – Equilíbrio Químico – em alunos do 11º ano de escolaridade que utilizam a visualização – Simulação em Equilíbrio Químico -, em relação aos alunos, do mesmo ano de escolaridade, que não a utilizam?

22-05-2012

Conclusões e Reflexão Final

Sugestões para futuros trabalhos

- Identificar as especificidades das dificuldades apresentadas pelos alunos do 11º ano de escolaridade na compreensão do conteúdo programático – Equilíbrio Químico – quando é utilizada a visualização – Simulação em Equilíbrio Químico.

22-05-2012

O uso de recursos multimédia nas aulas de Física e Química

PLANIFICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO Som

Trabalho realizado por:

GRUPO B

Objetivos

- Aplicar ferramentas visuais que contribuam para o desenvolvimento de competências científicas, processuais e digitais.
- Fomentar a implementação de tarefas de investigação na sala de aula, com recurso a ferramentas visuais.
- Estimular o uso da Internet e ferramentas visuais (modelos concretos 3d, simulações e animações) durante a conceção e implementação de experiências de aprendizagem.
- Fomentar o trabalho colaborativo entre alunos, entre alunos e professor, e entre professores.

Escolha do recurso multimédia

Para a construção de um tipo de conhecimento, o aluno tem que:

- aprender a pensar;
- planificar;
- organizar a sua própria aprendizagem.

O aluno não aprende espontaneamente significados, o professor desempenha um papel fundamental na construção dos significados.

Escolha do recurso multimédia

- A modelação permite a visualização de conceitos abstratos, através da exploração do objeto em estudo (Ferreira e Justi, 2008).
- A construção de modelos permite o desenvolvimento do conhecimento constituindo uma ferramenta essencial para a aquisição do saber, facilitando ao aluno a visualização e a elaboração de ideias consistentes sobre o modelo em estudo.
- Os modelos facilitam a integração das várias dimensões do conhecimento científico e desempenham um papel fundamental na sua construção.

Recursos selecionados na aula

- **Modelos concretos**

Régua



Slinky



- **Animações**

<http://atomoemeio.blogspot.pt/2009/03/o-que-e-uma-onda.html> -

- **Simulações**

<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics/sound-and-waves>

Os princípios da aprendizagem multimédia

- **Princípio multimédia:** a aprendizagem é mais efetiva quando são usadas palavras (canal auditivo-verbal) e imagens (canal visual) em vez de palavras sozinhas.
- **Princípio da coerência:** a aprendizagem é mais efetiva quando são excluídos sons, palavras e imagens irrelevantes.
- **Princípio interatividade:** a aprendizagem é mais efetiva quando é permitido ao aluno algum controlo sobre a apresentação, por exemplo fazer pausas, voltar para trás.
- **Princípio da familiarização:** a aprendizagem é mais efetiva quando os alunos conhecem previamente os termos e nomes apresentados.

(Mayer , 2003; Mayer & Moreno, 2003)

Apresentação das tarefas os alunos

- A atividade foi realizada em quatro turnos de alunos (duas turmas diferentes).
- Os alunos foram divididos em grupos.
- Alunos foram questionados sobre os conhecimentos que já possuíam sobre a produção, propagação e receção do som.
- Manipulação da régua.
- Roteiro de exploração.
- Manipulação da slinky.

Envolvimento dos alunos

- Em dois turnos, os alunos aderiram com entusiasmo e não tiveram dificuldades em realizar a maioria das tarefas propostas.

As questões colocadas prenderam-se com a curiosidade de saber mais sobre o som.

- Em dois outros turnos alunos manifestaram algumas dificuldades em realizar a maioria das tarefas propostas.

Dificuldades e estratégias

- Resolução de dúvidas:
 - entre alunos;
 - entre alunos e professora.
- Período da onda.
- Onda longitudinal.
- Nos 3º e 4º turnos os alunos tiveram mais dificuldades em interpretar as animações, as simulações e em perceber as diferenças quando se recorreu ao uso da slinky.

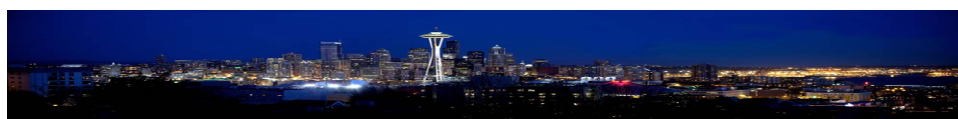
As questões colocadas prenderam-se com a dificuldade em perceber as potencialidades dos simuladores e em interpretar as animações e simulações fornecidas e em retirar as conclusões solicitadas. Necessitaram mais da intervenção da professora.

Síntese dos conhecimentos e avaliação

- Nas aulas 1 e 2 existiram dois momentos diferentes de síntese dos conhecimentos científicos aprendidos.
- Síntese foi feita em grande grupo (alunos e professora) e registada no quadro.
- No final da exploração do roteiro das aulas 3 e 4 procedeu-se novamente à síntese dos conhecimentos científicos aprendidos.
- Após a sequência de ensino foi feita uma questão-aula para avaliar o conhecimento substantivo dos alunos.

Nos 1º e 2º turnos a média das classificações foi de 79 % e houve uma negativa (aluno com *Síndrome de Asperger*).

Nos 3º e 4º turnos a média das classificações foi de 71 % e também houve uma negativa.



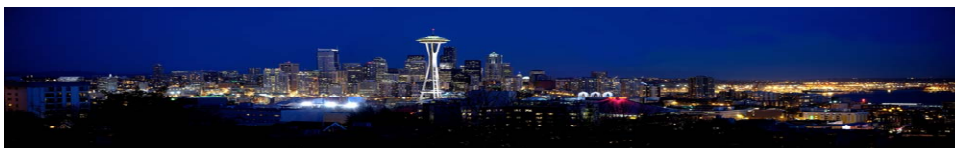
Caraterização da turma



- O universo turma é constituído por 12 alunos (turno 1), sendo 4 do sexo feminino e 8 do sexo masculino;
- A faixa etária do grupo situa-se entre os 13 e 15 anos.

Quanto ao aproveitamento:

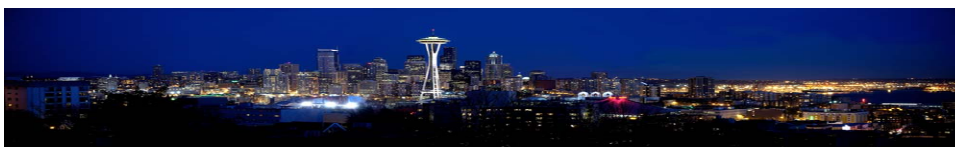




Competências/ Objetivos – Aula 1



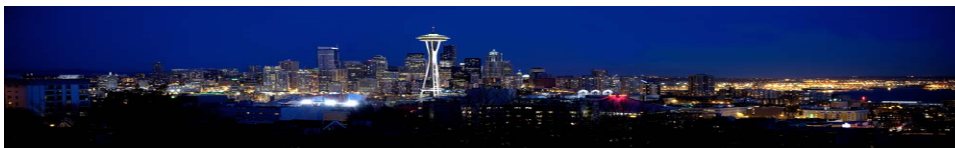
- Compreender o que é a eletricidade;
- Identificar os principais componentes de um circuito e o seu modo de funcionamento;
- Interpretar a constituição e a representação esquemática de circuitos elétricos;
- Reconhecer os símbolos utilizados e associá-los aos respetivos componentes;
- Identificar circuitos em série e em paralelo.



Competências/ Objetivos – Aula 2



- Compreender o que é a corrente elétrica;
- Distinguir entre corrente contínua e alternada;
- Compreender o que é e como se mede a diferença de potencial;
- Identificar os múltiplos e submúltiplos do volt;
- Identificar relações entre a diferença de potencial medida em diferentes pontos de circuitos em série e circuitos em paralelo.



Sequência de ensino



Aula 1

- O que é a eletricidade?
- Componentes e esquemas de circuitos elétricos;
- Circuitos em série e em paralelo.

Aula 2

- O que é a corrente elétrica?
- Corrente elétrica contínua e alternada;
- O que é a diferença de potencial?
- Como se mede a diferença de potencial?



Plano de aula

Aula 1

Pequena introdução

(05 min)

Vídeo sobre a eletricidade

(10 min)

<http://www.youtube.com/watch?v=Kst1OKvXAIY&feature=related>

Breve reflexão sobre:

(15 min)

- O que é a eletricidade e de onde vem?
- A importância da eletricidade no dia-a-dia;
- Imaginar a nossa vida sem eletricidade.

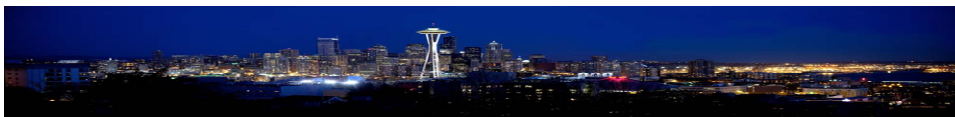
Introdução dos conceitos

(45 min)

(Utilização do BRIP – Circuitos elétricos)

http://brip.portoeditora.pt/page.php/resources/view_all?id=cfo9_10&from=search

- Circuitos elétricos e a sua constituição;
- Montagens do circuito e a sua representação esquemática;
- Circuitos em série e em paralelo;



Aula 1 (continuação)

Aplicação

(15 min)

- realização de exercícios interativos pelos alunos (BRIP)

http://brip.portoeditora.pt/page.php/resources/view_all?id=cfq9_10&from=search

- resolução de exercícios em trabalho individual (página 83 do manual adotado)



Plano de aula

Aula 2

Correção do TPC (página 83 do manual adotado)

(15 min)

Introdução dos conceitos :

(50 min)

- O que é a corrente elétrica

(Utilização do BRIP – “Corrente elétrica - A corrente elétrica e os condutores”)

http://brip.portoeditora.pt/page.php/resources/view_all?id=cfq9_10&from=search

- Corrente elétrica contínua e alternada

(Exposição dos conceitos e exploração do manual – páginas 84 a 86)

- Diferença de potencial

(Utilização do BRIP – “Corrente elétrica - A d.d.p”)

(Exploração do manual – páginas 87 a 91)



Aula 2 (continuação)

Aplicação

(25 min)

- visualização e exploração pelos alunos dos vídeos:

<http://www.skool.pt/content/sims/Phys/Measuring%20Voltage/launch.html>

http://www.youtube.com/watch?v=vu_x1i_T7Yo

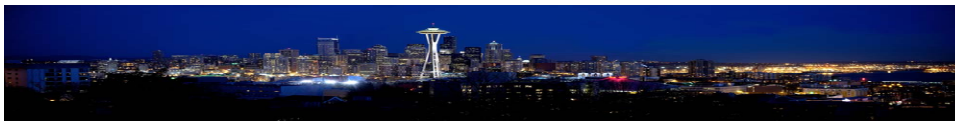
- resolução de exercícios em trabalho individual (página 92 do manual)



Objetivos da seleção dos recursos utilizados

- Genericamente permitem incentivar o gosto pela Física;
- Em particular alguns dos vídeos permitem incentivar o gosto pela investigação autónoma;
- Em ambiente de sala de aula permitem criar/despertar o espírito crítico na turma;
- Os recursos do BRIP estão estruturados de modo a incentivar o hábito de previsão de fenómenos no âmbito da eletricidade;
- Com as escolhas propostas consegue-se despertar o gosto pela Internet para fins académicos.





Observações dos alunos durante a aula

Foram selecionadas algumas intervenções dos alunos que nos permitem fazer algumas reflexões sobre a aplicação destes recursos multimédia em contexto de sala de aula:



Questão de sala de aula:

“Como se produz energia elétrica?”

Respostas:

- Com gerador.
- Com centrais.
- Com queima.

Após a visualização os alunos apreenderam a veracidade das respostas dadas.

Questão de sala de aula :

“O que é um circuito elétrico?”

Respostas:

- Sei o que é mas não sei explicar.
- É um circuito no qual a eletricidade passa.

Após a visualização os alunos adquiriram o conhecimento do funcionamento de um circuito elétrico.



Observações dos alunos durante a aula (continuação)

Intervenções dos alunos no decorrer da aula:

“O corpo humano tem energia?”

“Os símbolos mudam de país para país?”

“Não é mais prático fazer as ligações em paralelo?”

“Porque se gastam as pilhas?”

Após visualizar um circuito com os componentes reais e não com símbolos um aluno exclamou:

“Que grande confusão de imagens!”



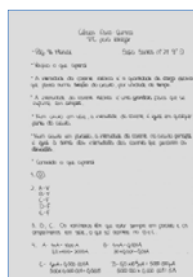


Avaliação da aquisição de conhecimentos

- ➡ Resolução autónoma de exercícios do manual;
- ➡ Análise das intervenções dos alunos;
- ➡ Questões de sala de aula.



Exemplo da resolução de um conjunto de exercícios:



Dificuldades encontradas na aplicação destes recursos multimédia



- Um dos vídeos estava em Português do Brasil o que levou à necessidade da explicação de alguns termos ;
- Num dos exercícios interativos os eletrões são representados por bolas podendo levar os alunos à conceção errada destas partículas;
- Nem todos os exercícios interativos permitiram a participação direta de todos alunos devido à inexistência de computadores.



Reflexão Final



Considera-se que este tipo de recurso é uma mais valia nas aulas de Físico- Química, permitindo aos alunos:

- maior noção/abrangência de conceitos abstratos e espaciais dos modelos/ conteúdos a adquirir;
- maior percepção na interiorização de modelos;
- uma maior concentração, canalizando a sua atenção para os conteúdos em estudo;
- estabelecerem uma ligação meios audiovisuais -realidade escola;
- verificarem que a escola avança lado a lado com a tecnologia.

➡ ***Aumentar o sucesso escolar*** ⬅



Terminando com um pouco de humor ...






FIM

Orchestral Manoeuvres
in the Dark - Electricity

GRUPO D




Instituto de Educação
UNIVERSIDADE DE LISBOA

AÇÃO DE FORMAÇÃO: O
USO DE RECURSOS MULTIMÉDIA
NAS AULAS DE FÍSICA E QUÍMICA

PLANIFICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE
ENSINO:
“Jogando e
aprendendo”

Realizado por: [REDACTED]
[REDACTED]



CARATERIZAÇÃO DA TURMA

A turma é constituída por 20 alunos, inicialmente eram 26 mas foram desistindo e anulando a matrícula. As idades variam entre os 15 e os 19 anos.

O aproveitamento é fraco, a maioria dos alunos tem plano de recuperação e de acompanhamento e a média de negativas por aluno é 6 negativas.

São alunos desmotivados e desinteressados quer pela escola quer pela disciplina e sem hábitos de trabalho.



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Objetivos:

Aprofundar questões sobre circuitos eléctricos simples, efeitos da corrente eléctrica e consumo de eletricidade.

Competências a desenvolver:

- ✓ Conhecimento, ao explorar os temas abordados;
- ✓ Raciocínio, ao seleccionar e analisar informação;
- ✓ Comunicação, ao apresentar os resultados obtidos, e ao registar no wiki informação linguística e cientificamente correta;
- ✓ Atitude, ao solicitar a realização de trabalho colaborativo pelos alunos.



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

1. Recursos <http://www.andythelwell.com/blobz/> e <http://www.hyperstaffs.info/work/physics/child/index.html>

- ✓ Permitem a visualização de esquemas e representações dos respetivos circuitos e componentes;
- ✓ São interativos (os alunos podem fazer pequenas atividades e responder às questões finais, de forma a sistematizar a informação);
- ✓ São apelativas e divertidas (muito importante no caso de alunos mais desmotivados);



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

- ✓ Estimulam a natural curiosidade dos jovens;
- ✓ Relacionam os conteúdos abordados nas aulas com o quotidiano;
- ✓ Possuem animações interativas que permitem aos alunos visualizar informação e simular experiências laboratoriais.

2. Utilização da Wiki

- ✓ Permite a sistematização da informação e a interatividade entre alunos e professor.
- ✓ Desenvolve o rigor na linguagem (linguagem científica e língua materna).



ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Forma de trabalho prevista: a turma foi dividida em grupos de 3 alunos.

As duas aulas de 90 min dividiram-se em 6 momentos.

A **tarefa** foi apresentada em duas fases:

Na 1ª fase entregou-se a ficha em papel e solicitou-se aos alunos para fazerem o que é pedido.



Na 2ª fase os alunos aprenderam a utilizar e escrever no wiki e terminaram a tarefa.





ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Dificuldades e estratégias:

Uma eventual dificuldade que poderá surgir por parte dos alunos será perceber o conteúdo dos sites em Inglês. Outra dificuldade será escrever no wiki.

Síntese:

A síntese dos conhecimentos científicos foi feita no final das aulas e registaram no wiki o que acharam da atividade e as dificuldades que sentiram.

FIM

Trabalho realizado por:

Tarefa aplicada a uma turma do nono ano da Escola Básica

Obrigada!

GRUPO E

**O Uso de Recursos Multimédia
nas Aulas de Física e Química**

Parte I

Produção de Som

Conteúdos

- Tipos de instrumentos musicais
- Produção de som
- Atributos do som
- Relação dos atributos do som com as características da vibração.

Competências

- Classificar os instrumentos musicais quanto à forma como produzem sons: percussão, sopro e cordas.
- Compreender que o som resulta de vibrações.
- Conhecer os atributos do som.
- Relacionar a altura de um som com a frequência da vibração.
- Relacionar a intensidade do som com a amplitude da vibração.
- Utilizar corretamente a língua Portuguesa na produção de textos escritos.
- Utilizar corretamente a linguagem científica.

Competências

- Pesquisar informação com recurso ao manual e ao visionamento de vídeos.
- Relacionar conceitos utilizando simulações.
- Analisar resultados.
- Tirar conclusões.
- Apresentar e discutir ideias com os colegas de grupo.
- Colaborar com os colegas, de forma empenhada, na concretização da tarefa.
- Gerir o tempo.
- Refletir sobre o trabalho desenvolvido.

Momentos da aula

1º momento

- Apresentação dos objetivos da aula (sumário).
- Formação de grupos de 2/3 alunos.
- Apresentação da tarefa.

2º momento

- Realização da tarefa:
- Visionamento de vídeos
- Leitura de um texto
- Utilização de uma simulação
- Registo de conclusões
- Pesquisa no manual
- Reflexão sobre o trabalho desenvolvido

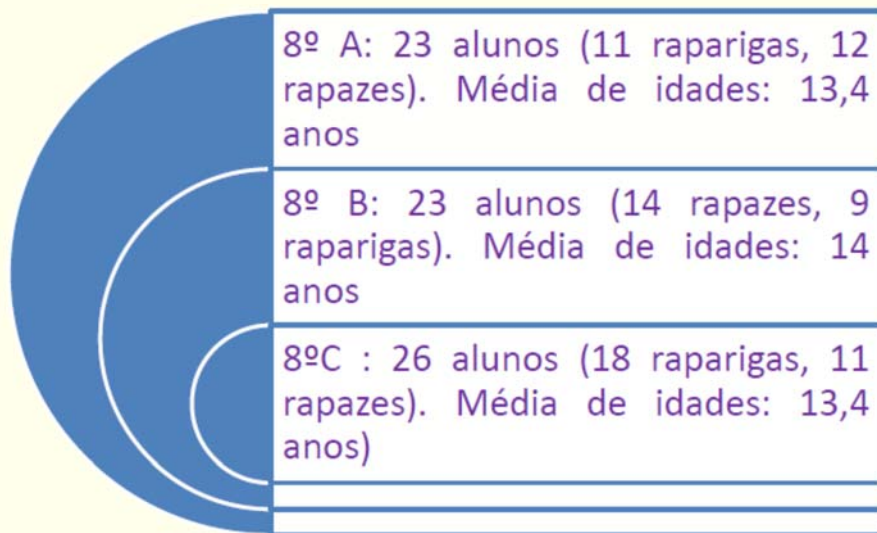
3º momento

- Sistematização dos assuntos abordados ao longo da tarefa , com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint.
- Resolução e correção de exercícios do manual

Tarefa 1

Participantes

- 3 turmas do 8º ano de escolaridade



Reflexões dos alunos

- Dificuldades sentidas:
 - ✓ Selecionar informação do texto contido na tarefa
 - ✓ **Tirar conclusões da utilização da simulação**
 - ✓ Pesquisar no manual
 - ✓ Produzir textos
 - ✓ Interpretar o vocabulário da disciplina

Parte II

Propagação do Som

Conteúdos

- Propagação do som
- Velocidade de propagação do som

Competências

- Compreender que o som necessita de um meio material para se propagar.
- Relacionar a velocidade de propagação do som em sólidos, líquidos e gases.
- Utilizar corretamente a língua Portuguesa na produção de textos escritos.
- Compreender línguas estrangeiras para apropriação de informação.
- Utilizar corretamente a linguagem científica.
- Formular questões.
- Colocar hipóteses.

Competências

- Utilizar simulações para encontrar respostas às questões colocadas.
- Analisar resultados.
- Tirar conclusões.
- Apresentar e discutir ideias com os colegas de grupo.
- Colaborar com os colegas, de forma empenhada, na concretização da tarefa.
- Gerir o tempo.
- Refletir sobre o trabalho desenvolvido.

Momentos da aula

1º momento

- Apresentação dos objetivos da aula (sumário).
- Formação de grupos de 2/3 alunos.
- Apresentação da tarefa.

2º momento

- Realização da tarefa:
- Leitura de um texto.
- Visionamento de um vídeo.
- Colocação de questões.
- Formulação de uma hipótese.
- Utilização de simulações.
- Registo de conclusões.
- Reflexão sobre o trabalho desenvolvido.

3º momento

- Sistematização dos assuntos abordados ao longo da tarefa , com discussão em turma e recurso a uma apresentação em PowerPoint.

Tarefa 2

Participantes

- 1 turma do 8º ano
- 8º B: 23 alunos (14 rapazes, 9 raparigas).
Média de idades: 14 anos

Reflexões dos alunos

- Dificuldades sentidas:
 - ✓ Compreender o texto em inglês
 - ✓ Aplicar os conhecimentos , “porque não sabíamos que o espaço não tinha atmosfera”

ANEXO F

Roteiros das entrevistas utilizados no Caso do Brasil e no Caso de Portugal

CASO DO BRASIL

GRUPO A

1. Podem falar um pouco sobre como hoje abordariam os conceitos de imagem, modelo e visualização.
2. Os motivos pelos quais recorrem hoje ao uso de visualizações são os mesmos que tinham antes do curso, ou sentem que houve alguma alteração? Qual?
3. E em relação aos critérios para a escolha destes recursos, acham que houve alguma alteração? Qual?
4. Em relação ao curso de formação, qual foi o aspecto mais positivo e mais negativo que gostariam de mencionar? Pensando na vossa formação docente, o que o curso proporcionou?
5. Quais as dificuldades que vocês encontram em cursos de formação continuada para levar as teorias apresentadas para sua prática? São cursos muito teóricos? São apresentados os modos de planeamento de como ensinar tal conteúdo? Ou vocês têm autonomia para propor em função dos vossos interesses e necessidades?
6. Em relação ao uso dos recursos visuais, já se sentem preparados para usar estes recursos em sala de aula, ou ainda sentem alguns receios? Quais? O que mudou na vossa prática de sala de aula ?
7. A etapa de planeamento da vossa sequência didática realizada em grupo e socializada com todos auxiliou a transposição dos conceitos teóricos sobre visualização para a vossa prática em sala de aula? De que forma?
8. Na elaboração e apresentação da vossa sequência didática mencionaram alguns referenciais teóricos (Vygotsky, Delizoicov, etc.). Este uso de referenciais teóricos no planeamento de uma sequência didática é um procedimento recorrente? A que é que vocês dão mais relevância no planeamento das vossas aulas: aos referenciais teóricos ou às evidências da vossa prática?
9. Na vossa sequência didática, fizeram uso de diversos tipos de ferramentas visuais, na vossa opinião qual foi a função destes recursos (comunicativa ou de elaboração de significados) que esteve mais presente nas vossas escolhas?

GRUPO B

1. Podem falar um pouco sobre como hoje abordariam os conceitos de imagem, modelo e visualização.
2. Os motivos pelos quais recorrem hoje ao uso de visualizações são os mesmos que tinham antes do curso, ou sentem que houve alguma alteração? Qual?
3. E em relação aos critérios para a escolha destes recursos, acham que houve alguma alteração? Qual?
4. Em relação ao curso de formação, qual foi o aspecto mais positivo e mais negativo que gostariam de mencionar? Pensando na vossa formação docente, o que o curso proporcionou?
5. Quais as dificuldades que vocês encontram em cursos de formação continuada para levar as teorias apresentadas para sua prática? São cursos muito teóricos? São apresentados os modos de planeamento de como ensinar tal conteúdo? Ou vocês têm autonomia para propor em função dos seus interesses e necessidades?
6. Em relação ao uso dos recursos visuais, já se sentem preparados para usar estes recursos em sala de aula, ou ainda sentem alguns receios? Quais? O que mudou na vossa prática de sala de aula ?

7. A etapa de planejamento da vossa sequência didática realizada em grupo e socializada com todos auxiliou a transposição dos conceitos teóricos sobre visualização para a vossa prática em sala de aula? De que forma?
8. Na vossa sequência didática usaram uma simulação que representa várias experiências laboratoriais. Refletiram se a forma como o aluno interpreta estes fenômenos macroscópicos pode alterar-se com o uso destes recursos virtuais?
9. No decurso da vossa apresentação mostraram uma simulação para a dimensão submicroscópica que continha múltiplas representações. Têm a noção da complexidade destes recursos em termos de quantidade de informação veiculada, códigos e convenções associados e por consequência do papel do professor neste ambiente de aprendizagem?

GRUPO C

1. Podem falar um pouco sobre como hoje abordariam os conceitos de imagem, modelo e visualização.
2. Os motivos pelos quais recorrem hoje ao uso de visualizações são os mesmos que tinham antes do curso, ou sentem que houve alguma alteração? Qual?
3. E em relação aos critérios para a escolha destes recursos, acham que houve alguma alteração? Qual?
4. Em relação ao curso de formação, qual foi o aspecto mais positivo e mais negativo que gostariam de mencionar? Pensando na sua formação docente, o que o curso proporcionou?
5. Quais as dificuldades que vocês encontram em cursos de formação continuada para levar as teorias apresentadas para sua prática? São cursos muito teóricos? São apresentados os modos de planeamento de como ensinar tal conteúdo? Ou vocês têm autonomia para propor em função dos vossos interesses e necessidades?
6. Em relação ao uso dos recursos visuais, já se sentem preparados para usar estes recursos em sala de aula, ou ainda sentem alguns receios? Quais? O que mudou na vossa prática de sala de aula ?
7. A etapa de planejamento da vossa sequência didática realizada em grupo e socializada com todos auxiliou a transposição dos conceitos teóricos sobre visualização para a vossa prática em sala de aula? De que forma?
8. Na elaboração da vossa sequência didática mencionaram alguns referenciais teóricos (Delizoicov, etc.). Este uso de referenciais teóricos no planeamento de uma sequência didática é um procedimento recorrente? A que é que vocês dão mais relevância no planeamento das vossas aulas: aos referenciais teóricos ou às evidências da vossa prática?
9. Na apresentação da vossa sequência didática enfatizaram bastante o uso do vídeo, mas praticamente não falaram do uso das simulações. Por quê?
10. Dado que foram o único grupo a utilizar já a sequência didática em sala de aula, mudariam alguma coisa? Por quê?

GRUPO D

1. Podem falar um pouco sobre como hoje abordariam os conceitos de imagem, modelo e visualização.
2. Os motivos pelos quais recorrem hoje ao uso de visualizações são os mesmos que tinham antes do curso, ou sentem que houve alguma alteração? Qual?

3. E em relação aos critérios para a escolha destes recursos, acham que houve alguma alteração? Qual?
4. Em relação ao curso de formação, qual foi o aspecto mais positivo e mais negativo que gostariam de mencionar? Pensando na sua formação docente, o que o curso proporcionou?
5. Quais as dificuldades que vocês encontram em cursos de formação continuada para levar as teorias apresentadas para sua prática? São cursos muito teóricos? São apresentados os modos de planejamento de como ensinar tal conteúdo? Ou vocês têm autonomia para propor em função dos vossos interesses e necessidades?
6. Em relação ao uso dos recursos visuais, já se sentem preparados para usar estes recursos em sala de aula, ou ainda sentem alguns receios? Quais? O que mudou na vossa prática de sala de aula ?
7. A etapa de planejamento da vossa sequência didática realizada em grupo e socializada com todos auxiliou a transposição dos conceitos teóricos sobre visualização para a vossa prática em sala de aula? De que forma?
8. Na apresentação da vossa sequência didática mencionaram várias referências dentro da linha da psicologia cognitiva (“estimulação multisensorial, etc.”) e ao mesmo tempo atribuem grande importância à interação social (linha sociocultural) dentro da sala. Como se sentem ao trabalharem com estes recursos dentro destas duas teorias da aprendizagem? Acham que se complementam ou são incompatíveis?
9. Este uso de referenciais teóricos no planejamento de uma sequência didática é um procedimento recorrente? A que é que vocês dão mais relevância no planejamento das vossas aulas: aos referenciais teóricos ou às evidências da vossa prática?
10. No decurso da vossa apresentação mostraram uma simulação que continha múltiplas representações (dimensão macroscópica/submicroscópica e simbólica). Têm a noção da complexidade destes recursos em termos de quantidade de informação veiculada, códigos e convenções associados e por consequência do papel do professor neste ambiente de aprendizagem?

CASO DE PORTUGAL

(questionário único)

Formação

1. Em relação ao curso de formação, qual foi o aspecto mais positivo e mais negativo que gostariam de mencionar?
2. Pensando na vossa formação docente, o que o curso vos proporcionou?

Preparação da sequência – aspetos pedagógicos

3. Quais as dificuldades que vocês encontraram (se existiram) ao nível pedagógico (seleção, adaptação, etc.) para integrarem estes recursos no ensino de Física e Química?
4. Na vossa sequência didática, fizeram uso de diversos tipos de ferramentas visuais, na vossa opinião qual foi a função destes recursos (comunicativa ou de elaboração de significados) que esteve mais presente nas vossas escolhas?
5. Quais são os motivos pelos quais recorrem hoje ao uso de recursos visuais? Houve alguma alteração? Qual?
6. Quais são os critérios que usam hoje para escolha destes recursos? Achem que houve alguma alteração? Qual?

Prática – aplicação da sequência

7. Em relação ao uso dos recursos visuais, sentem-se preparados para usar estes recursos em sala de aula? Sentem algumas dificuldades? Quais?
8. Qual foi o vosso papel durante o uso dos recursos visuais em sala de aula? Fizeram alguma coisa de diferente?

Concepções teóricas

9. Durante o curso foram discutidos os conceitos de visualização, capacidades de visualização e modelo. Gostariamos de saber se a abordagem destes conceitos foi pertinente para vocês? De que forma?
10. Neste momento o que entendem por visualização, modelo e capacidades de visualização?
11. E a discussão das teorias socioculturais e da psicologia cognitiva? Foi pertinente para vocês? De que forma?

- 12. A etapa de planeamento da vossa sequência didática realizada em grupo e socializada com todos auxiliou a vossa transposição dos conceitos teóricos sobre visualização para a vossa prática em sala de aula? De que forma?**
- 13. Alterariam, agora após a implementação em sala de aula e partilha com os restantes colegas, alguma coisa na vossa sequência didática?**